

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-177359

(43)Date of publication of application : 24.06.2004

(51)Int.Cl.

G01M 19/00

G01H 17/00

G05B 23/02

(21)Application number : 2002-346640

(71)Applicant : TOSHIBA ENG CO LTD

(22)Date of filing :

29.11.2002

(72)Inventor : NAGAMORI AKIRA

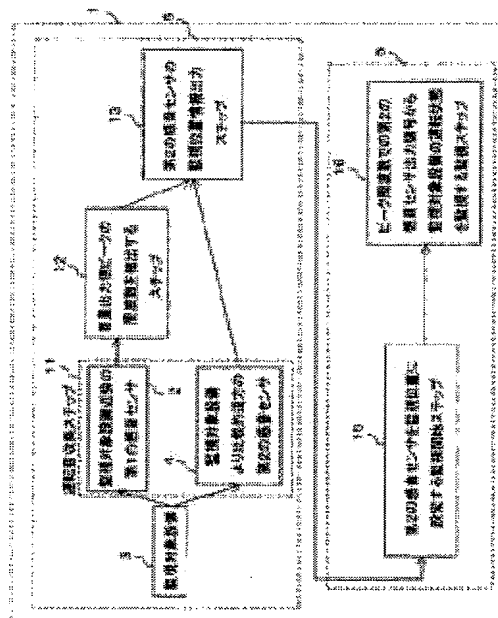
FUNAMOTO YOSHIHIRO

(54) METHOD AND DEVICE FOR ACOUSTICALLY MONITORING OPERATING STATE OF FACILITY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method with which the operating state of a facility to be monitored can be monitored acoustically, by accurately distinguishing operating sounds from the facility from noise, such as operating sounds from other peripheral facilities, or the like, by accurately collecting the operating sounds from the facility.

SOLUTION: After first and second acoustic spectrum information is obtained, by performing frequency analyses on first and second sound volume signals obtained, by collecting the operating sounds from the facility 3 to be monitored by means of a first sound-sensitive sensor 2 provided relatively close to the facility and a second sound-sensitive sensor 4 provided relatively far from the facility, the peak information in the first sound spectrum information is stored in a data-storing section. Then monitoring location of the sensor 4 for the operating sounds is decided by extracting the first and second sound volume output values at the peak frequency from the first and second sound spectrum information and finding correlations between the sound volume output values, by comparing the values with each other and stored in the data storing section. Thereafter, the facility 3 is monitored, by installing the second sensor 4 to the monitoring location.



CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

A period in which an operating sound peculiar to surveillance object equipment was beforehand provided by the 1st admiration sound sensor, and a step which collects and outputs the 1st operating sound signal,

A step which outputs the 1st acoustic-spectrum signal that carries out frequency analysis processing of said 1st operating sound signal, and shows a relation of frequency to a sound volume output value,

A step which said sound volume output value extracts peak frequency which shows a peak, and the 1st sound volume output value of this peak frequency as surveillance intelligence of a normal operating state from said 1st acoustic-spectrum signal, and is beforehand memorized to memory storage,

The 2nd admiration sound sensor is formed in a position for surveillance which is separated from said surveillance object equipment from said 1st admiration sound sensor, and they are said period set beforehand and a step which collects and outputs the 2nd operating sound signal about an operating sound of said surveillance object equipment,

A step which outputs the 2nd acoustic-spectrum signal that carries out frequency analysis processing of said 2nd operating sound signal, and shows a relation of frequency to a sound volume output value,

A step which extracts the 2nd sound volume output value of said peak frequency read from said memory storage from said 2nd acoustic-spectrum signal,

A step which outputs surveillance position information which supervises operational status of said surveillance object equipment by said 2nd admiration sound sensor in quest of correlation of said 1st sound volume output value read from said memory storage, and the 2nd sound volume output value, and memorizes this surveillance position information to said memory storage,

A step which forms and supervises an admiration sound sensor for surveillance when supervising in a position of said surveillance position information on said surveillance object equipment,

A step which supervises existence of abnormalities of said surveillance object equipment by comparing with surveillance intelligence of said normal operating state memorized by a monitor output by said admiration sound sensor for surveillance, and said memory storage

An operational status acoustic monitoring method of equipment which possesses and is characterized by things.

[Claim 2]

An operational status acoustic monitoring method of the equipment according to claim 1 contacting an installed position of said 1st admiration sound sensor to a container wall side of surveillance object equipment, and providing it.

[Claim 3]

Said surveillance position information, From the 1st acoustic-spectrum signal and the 2nd acoustic-spectrum signal by at least one processing of deviation processing of the 1st sound volume output value in said peak frequency, and the 2nd sound volume output value, and coherence-analysis processing. An operational status acoustic monitoring method of the equipment according to claim 1 or 2 being the information searched for.

[Claim 4]

Said surveillance position information, By at least one processing of deviation processing of the 1st sound volume output value and the 2nd sound volume output value, and coherence-analysis processing. An operational status acoustic monitoring method of equipment of Claims 1-3 being the distance information from said surveillance object equipment to said 2nd admiration sound sensor when information searched for becomes the range defined beforehand given in any 1 paragraph.

[Claim 5]

An operational status acoustic monitoring method of equipment of Claims 1-4, wherein said surveillance position information is the distance information from surveillance object equipment to said 2nd admiration sound sensor given in any 1 paragraph.

[Claim 6]

An operational status acoustic monitoring method of equipment of Claims 1-4 displaying surveillance intelligence of said normal operating state, and said surveillance position information on said 2nd admiration sound sensor on a display given in any 1 paragraph.

[Claim 7]

Surveillance by said 2nd admiration sound sensor of said surveillance object equipment, A sound volume output value of said peak frequency for which it asked from a monitor output by said 2nd admiration sound sensor, An operational status acoustic monitoring method of equipment of Claims 1-5 characterized by what is memorized to said memory storage while outputting abnormality information and displaying on said display, when surveillance intelligence of said normal operating state memorized by said memory storage is compared and a different signal is outputted given in any 1 paragraph.

[Claim 8]

Operating sounds peculiar to surveillance object equipment by which operational status is supervised from an operating sound are collected with the 1st admiration sound sensor, The 1st acoustic spectrum and the 2nd acoustic-spectrum information which frequency analysis processing of the 1st volume signal and 2nd volume signal collected with the 2nd admiration sound sensor provided in a position for surveillance which is separated from said surveillance object equipment from this 1st admiration sound sensor is carried out, and show a relation of frequency to a sound volume output value, Memory storage with which information which peak frequency information in said 1st acoustic spectrum and the 1st sound volume output value in said peak

frequency in said 1st acoustic spectrum are extracted, and shows a normal operating state is memorized,

A means to memorize a position of the 2nd admiration sound sensor to said memory storage as a surveillance position of said surveillance object equipment if the 2nd sound volume output value of said peak frequency is extracted from said 2nd acoustic-spectrum information, said 1st sound volume output value and the 2nd sound volume output value are compared and there is correlation,

Read said surveillance position information memorized by said memory storage, and an operating sound of said surveillance object equipment is supervised with said 2nd admiration sound sensor formed in this surveillance position, A means to judge existence of abnormalities as compared with data in which said normal operating state memorized by a surveillance volume signal which said 2nd admiration sound sensor supervised, and said memory storage is shown

An operational status acoustic monitoring device of equipment which possesses and is characterized by things.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to the operational status acoustic monitoring method of equipment and the operational status acoustic monitoring device of equipment which collect and supervise the operating sound of equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art]

A hitcher on patrols the surveillance of the operational status of equipment, such as a power generating plant, a chemical processing plant, and apparatus, and it is performed by hearing an operating sound peculiar to each equipment. That is, the sound diagnosis for which the ascertainment of the operational status of the equipment currently performed by everyday patrols, such as an inspection tour and check, utilized people's acoustic sense from the treatment low price is used widely.

[0003]

However, the sound diagnosis which utilized the acoustic sense was the work which cannot be done if it is not the skilled hitcher on who fully needs to memorize the loudness level and tone at the time of the normal operation generated from a facility appliance, and is supervising equipment constantly. It was difficult to tell another hitcher on the sound diagnostic state and emotion which the skilled hitcher on judged, and a result, and while it was easy to treat as a diagnostic method which detects generating of abnormalities, there was also the whole surface which cannot carry out technical tradition easily. For this reason, in order to solve SUBJECT of old sound diagnosis, the measure of the sound diagnosis which can be easily treated also except a skilled technique person is beginning to be tried.

[0004]

As a sound diagnostic method by people, transpose to a hitcher's on acoustic-sense judgment, record the characteristic sound generated from each equipment, conduct frequency analysis, and the normal loudness level and tone which are generated from a facility appliance are expressed quantitatively, There is a method of judging the existence of an abnormal occurrence of a facility appliance by comparing with the signal in the state of seeming the abnormal noise set up beforehand.

[0005]

However, in order for inspection tour check of equipment to also still be periodically performed by the hitcher on and to perform sound diagnosis which utilized frequency analysis on the occasion of this inspection tour check in a large-sized plant. It is necessary to carry the sound diagnostic machine which consists of a microphone and a small sound recording device, and to collect the sounds of surveillance object equipment. Since the microphone is

recorded in the position which had a fixed distance to surveillance object equipment in that case, the above-mentioned sound diagnostic machine, Since the operating sound detected as the distance from surveillance object equipment became long declines and noises, such as an environmental sound, become large conversely, It was difficult to perform exact surveillance for whether the operational status of surveillance object equipment is distinguished for whether did the S/N ratio worsen and to have caught the operating sound of surveillance object equipment correctly by the noise from the circumference.

[0006]

As the surrounding noise countermeasure, peak frequency of the abnormal noise of equipment is made into pilot frequency, and the monitor method which removes and supervises the outpatient department sound in this pilot frequency is proposed (for example, refer to patent documents 1.). The device which supervises the tone as a level of an audible signal as a frequency component, and carries out abnormality detecting of the loudness level is indicated about the information collected with the microphone etc. (for example, refer to patent documents 2.).

[0007]

[Patent documents 1]

JP,H9-229762,A ([0023] – [0028] drawing 4, drawing 5).

[Patent documents 2]

JP,H11-118593,A ([0004], [0005]).

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

However, from the hitcher on who has managed equipment, in equipment of various plants, variety apparatus, etc., a majority of other equipment is operated in the neighborhood of the surveillance object equipment concerned, it distinguishes from these equipment correctly, and surveillance art in which the existence of the abnormalities of surveillance object equipment can be judged correctly is desired.

[0009]

This invention was made that the starting conventional problem should be solved, and can collect the operating sounds from surveillance object equipment correctly, and an object of this invention is to provide the operational status monitor method of equipment and the operational status acoustic monitoring device of equipment which can be correctly distinguished from noises, such as an operating sound from other circumference equipment, and can be supervised.

[0010]

[Means for Solving the Problem]

This invention provides an operational status acoustic monitoring method of equipment and an operational status acoustic monitoring device of equipment which consist of the next composition in order to attain the above-mentioned

purpose.

[0011]

This invention is characterized by an operational status acoustic monitoring method of equipment comprising the following.

A period in which an operating sound peculiar to surveillance object equipment was beforehand provided by the 1st admiration sound sensor, a step which collects and outputs the 1st operating sound signal.

A step which outputs the 1st acoustic-spectrum signal that carries out frequency analysis processing of said 1st operating sound signal, and shows a relation of frequency to a sound volume output value.

A step which said sound volume output value extracts peak frequency which shows a peak, and the 1st sound volume output value of this peak frequency as surveillance intelligence of a normal operating state from said 1st acoustic-spectrum signal, and is beforehand memorized to memory storage.

From said 1st admiration sound sensor, form the 2nd admiration sound sensor in a position for surveillance which is separated from said surveillance object equipment, and an operating sound of said surveillance object equipment Said period set beforehand and a step which collects and outputs the 2nd operating sound signal, A step which outputs the 2nd acoustic-spectrum signal that carries out frequency analysis processing of said 2nd operating sound signal, and shows a relation of frequency to a sound volume output value, A step which extracts the 2nd sound volume output value of said peak frequency read from said memory storage from said 2nd acoustic-spectrum signal, Surveillance position information which supervises operational status of said surveillance object equipment by said 2nd admiration sound sensor in quest of correlation of said 1st sound volume output value read from said memory storage and the 2nd sound volume output value is outputted, A step which memorizes this surveillance position information to said memory storage, and a step which forms and supervises an admiration sound sensor for surveillance when supervising in a position of said surveillance position information on said surveillance object equipment, A step which supervises existence of abnormalities of said surveillance object equipment by comparing with surveillance intelligence of said normal operating state memorized by a monitor output by said admiration sound sensor for surveillance, and said memory storage.

[0012]

Since it supervises with the 2nd admiration sound sensor output signal by making into pilot frequency peak frequency obtained from operating sound information from an admiration sound sensor established near the surveillance object equipment according to this invention, It is correctly collectable, and an operating sound from surveillance object equipment can be correctly distinguished from an operating sound from other circumference equipment, and can be supervised. By bringing the 2nd admiration sound sensor, when a

hitcher on who supervises equipment goes round and supervises, since surveillance position information is outputted, In the surveillance object equipment concerned, the 2nd admiration sound sensor can be formed in a surveillance position, and also when it is immobilization, and also when a hitcher on brings, even if a hitcher on is changed, it can supervise on the same conditions.

[0013]

Since a container wall side of surveillance object equipment is made to contact and it provides, an installed position of said 1st admiration sound sensor is correctly collectable, and an operating sound from surveillance object equipment can be correctly distinguished from environmental sounds, such as an operating sound from other circumference equipment, and it can supervise it.

[0014]

Since said surveillance position information is information searched for from the 1st acoustic-spectrum signal and the 2nd acoustic-spectrum signal by at least one processing of deviation processing of the 1st sound volume output value in said peak frequency, and the 2nd sound volume output value, and coherence-analysis processing, each time of surveillance, An installed position of the 2nd admiration sound sensor can be checked automatically.

[0015]

Since said surveillance position information is the distance information from said surveillance object equipment to said 2nd admiration sound sensor when information searched for by at least one processing of deviation processing of the 1st sound volume output value and the 2nd sound volume output value and coherence-analysis processing becomes the range defined beforehand, each time of surveillance, Surveillance position information is read from memory storage, and the 2nd admiration sound sensor can be installed in a read surveillance position, and even if a monitor is changed, it can supervise on the same conditions.

[0016]

Surveillance by said 2nd admiration sound sensor of said surveillance object equipment, A sound volume output value of said peak frequency for which it asked from a monitor output by said 2nd admiration sound sensor, Since it memorizes to said memory storage while outputting abnormality information and displaying on said display, when surveillance intelligence of said normal operating state memorized by said memory storage is compared and a different signal is outputted, Also with the 2nd admiration sound sensor of a position which is separated from said surveillance object equipment, since it judges from a sound volume output value based on peak frequency extracted from the 1st near admiration sound sensor to surveillance object equipment, it is not influenced by noise, but it is stabilized and an operating sound of surveillance object equipment can be supervised.

[0017]

Since extraction of said peak frequency is that said sound volume output value outputs frequency which shows a peak from a curvilinear figure of frequency to a sound volume output value calculated by carrying out frequency analysis processing of said 1st admiration sound sensor output signal, It is the peak frequency from direct or a near position about an operating sound of surveillance object equipment, and it is correctly collectable, and an operating sound from surveillance object equipment can be correctly distinguished from environmental sounds, such as an operating sound from other circumference equipment, and can be supervised.

[0018]

An output of said surveillance position information by [of each volume signal value in said peak frequency] carrying out coherence-analysis processing from frequency response curve figure information over each volume signal created by carrying out frequency analysis processing of the said 1st and 2nd admiration sound sensor output signals, respectively, Since surveillance position information on said 2nd admiration sound sensor is outputted, the 2nd admiration sound sensor can be installed in said surveillance position at any time, and operational status of surveillance object equipment on the same conditions can be supervised.

[0019]

Since said surveillance position information is the distance information from surveillance object equipment to said 2nd admiration sound sensor, even if a monitor takes the place by memorizing this distance information, operational status of surveillance object equipment can be supervised in the state always near status idem.

[0020]

Since surveillance intelligence of said normal operating state and said surveillance position information on said 2nd admiration sound sensor were displayed on a display, said surveillance position information can be read from said memory storage, it can display on a display, and the 2nd admiration sound sensor can be installed in an existing regular position at this surveillance position. Therefore, even if a hitcher on is whom, operational status of surveillance object equipment can be supervised with the 2nd admiration sound sensor on the same conditions like a time of contacting the 1st admiration sound sensor to surveillance object equipment.

[0021]

Surveillance by said 2nd admiration sound sensor of said surveillance object equipment, A sound volume output value of said peak frequency for which it asked from a monitor output by said 2nd admiration sound sensor, Since it memorizes to said memory storage while outputting abnormality information and displaying on said display, when surveillance intelligence of said normal operating state memorized by said memory storage is compared and a different signal is outputted, Generating of abnormalities in operational status can be correctly supervised with the 2nd admiration sound sensor like a time

of contacting the 1st admiration sound sensor to surveillance object equipment.

[0022]

This invention is characterized by an operational status acoustic monitoring device of equipment comprising the following.

Operating sounds peculiar to surveillance object equipment by which operational status is supervised from an operating sound are collected with the 1st admiration sound sensor, The 1st acoustic spectrum and the 2nd acoustic-spectrum information which frequency analysis processing of the 1st volume signal and 2nd volume signal collected with the 2nd admiration sound sensor provided in a position for surveillance which is separated from said surveillance object equipment from this 1st admiration sound sensor is carried out, and show a relation of frequency to a sound volume output value, Memory storage with which information which peak frequency information in said 1st acoustic spectrum and the 1st sound volume output value in said peak frequency in said 1st acoustic spectrum are extracted, and shows a normal operating state is memorized.

A means to memorize a position of the 2nd admiration sound sensor to said memory storage as a surveillance position of said surveillance object equipment if the 2nd sound volume output value of said peak frequency is extracted from said 2nd acoustic-spectrum information, said 1st sound volume output value and the 2nd sound volume output value are compared and there is correlation.

Read said surveillance position information memorized by said memory storage, and an operating sound of said surveillance object equipment is supervised with said 2nd admiration sound sensor formed in this surveillance position, A means to judge existence of abnormalities as compared with data in which said normal operating state memorized by a surveillance volume signal which said 2nd admiration sound sensor supervised, and said memory storage is shown.

[0023]

According to this invention, even if there is other equipment under operation around, it is correctly collectable, and an operating sound from surveillance object equipment can be correctly distinguished from an operating sound from other circumference equipment, and can be supervised.

[0024]

Peak frequency in said 1st volume signal, Since said sound volume output value is the frequency which shows a peak in a curvilinear figure which shows a relation of frequency to said sound volume output value, as compared with circumference noise, a big signal of a S/N ratio can perform correctly installation of the 2nd admiration sound sensor to a surveillance position, and surveillance of surveillance object equipment.

[0025]

[Embodiment of the Invention]

Next, the embodiment of the operational status monitor method of equipment concerning this invention is concretely described with reference to drawing 1 – drawing 12. First, in order to understand the whole operational status monitor method of equipment, it explains with reference to the flow chart of drawing 1.

[0026]

The feature of the operational status monitor method of this equipment is making surveillance object equipment contact or approach, forming the 1st admiration sound sensor, and obtaining the 2nd monitoring data for admiration sound sensors, in order not to be comparatively influenced by the surrounding noise but to detect an operating sound peculiar to surveillance object equipment. The features of the operational status monitor method of equipment are the same conditions as substantially as the state of supervising with the 1st admiration sound sensor, and are forming the 2nd admiration sound sensor 4 in the position for surveillance which is separated from surveillance object equipment from the 1st admiration sound sensor, and enabling it to supervise. Since the feature of the operational status monitor method of equipment outputs the same conditions as substantially as the state of supervising with the 1st admiration sound sensor, it asks for peak frequency from the operating sound signal of the 1st admiration sound sensor output, It is outputting the signal for a judgment for the operating sound surveillance of the surveillance position of the 2nd admiration sound sensor that determines this peak frequency as an operating sound signal, and is used as an object for surveillance, and surveillance object equipment.

[0027]

Such an operational status acoustic monitoring method 1 of equipment, It is shown in drawing 1 and the 1st admiration sound sensor 2 to the surveillance object equipment 3 Direct or the state of approaching, installing and collecting operating sounds peculiar to the surveillance object equipment 3, The data collection process 5 for surveillance of collecting the data for surveillance for enabling it to supervise with the 2nd admiration sound sensor 4 provided in the position for surveillance which is substantially separated from the surveillance object equipment 3 from the 1st admiration sound sensor on the same conditions, It consists of the surveillance process 6 of supervising the operational status of the surveillance object equipment 3 based on the collected data for surveillance.

[0028]

The operating sound collection step 11 which collects the data collection processes 5 for surveillance with the 2nd admiration sound sensor 4 that provided the operating sound from the surveillance object equipment 3 in the 1st admiration sound sensor 2 and distant place of the surveillance object equipment 3 that were comparatively provided in the neighborhood, and outputs an operating sound signal, The peak frequency extraction step 12

which extracts the peak frequency which shows the peak of the 1st sound volume output value from the output signal of the 1st admiration sound sensor 2, The 2nd sound volume output value of the above-mentioned peak frequency is extracted from the output signal of the 2nd admiration sound sensor 4, and it consists of the surveillance position information output step 13 which outputs the surveillance position information which supervises the operational status of the surveillance object equipment 3 by the 2nd admiration sound sensor 4 from the 1st and 2nd sound volume output values as data for surveillance.

[0029]

The surveillance process 6 is the method of supervising the operational status of the surveillance object equipment 3 only with the 2nd admiration sound sensor 4 based on the above-mentioned data for surveillance, It consists of the surveillance step 16 which supervises the operational status of the surveillance object equipment 3 by supervising the sound volume output value of peak frequency from the output signal of the surveillance start step 15 which sets the 2nd admiration sound sensor 4 as the position of surveillance position information, and the 2nd admiration sound sensor 4.

[0030]

The surveillance object equipment 3 is equipment of a power generating plant, a chemical processing plant, apparatus, etc., for example, and is a device under operation by which operational status is supervised. The 1st admiration sound sensor 2 is an element which is provided in direct or the neighborhood at the surveillance object part of the surveillance object equipment 3, and changes an operating sound into an electrical signal, and is an acceleration sensor, a piezoelectric sensor, a loudspeaker, etc., for example. Especially the neighborhood of the surveillance object equipment 3 is a position which is direct contact or a position which separated slightly, and can detect the operating sound of the surveillance object equipment 3 by a bigger S/N ratio to noises, such as the surrounding operating sound from other equipment, in a direct or container wall side into the portion failure is expected to be in the surveillance object equipment 3.

[0031]

It is an element which changes the operating sound of the surveillance object equipment 3 into an electrical signal by the sensor used as an everyday object for surveillance, and the 2nd admiration sound sensor 4 is a microphone, for example, it is patrolled for a hitcher's on surveillance, for example, is formed in the position near the surveillance object equipment 3 in a safe passage, a safety zone, etc. The 2nd admiration sound sensor 4 is formed in a distant position from the surveillance object equipment 3 as compared with the 1st admiration sound sensor 2, The part, the operating sound from the surrounding equipment, the work sound of construction, etc. are detected with the big volume as noise, and the amount of detected sounds of the operating sound from the surveillance object equipment 3 outputs conversely the

volume which the distant place decreased by distance. Although the 2nd admiration sound sensor 4 of the data collection process 5 for surveillance and the 2nd admiration sound sensor 4 of the surveillance process 6 are explained by identical codes, The same feeling sound sensor may be used, other admiration sound sensors may be used and the 2nd admiration sound sensor 4 of the data collection process 5 for surveillance is for outputting the surveillance positional condition of the 2nd admiration sound sensor 4 in the surveillance process 6.

[0032]

The operating sound collection step 11 outputs the operating sound of the surveillance object equipment 3 by a larger signal than environmental sounds, such as other surrounding operating sounds, work sounds, etc. from equipment. Therefore, it is desirable to form the hood for giving directivity to the 1st admiration sound sensor 2 and the 2nd admiration sound sensor 4 as a means for outputting the operating sound of the surveillance object equipment 3 by a good S/N ratio.

[0033]

After the peak frequency extraction step 12 changes the output signal of the 1st admiration sound sensor 2 into a digital signal, The 1st acoustic spectrum of the characteristic curve sheet which making frequency analysis processing and in which showing a relation with the frequency to a sound volume output value is created, and the peak frequency to which the 1st sound volume output value serves as a peak from this 1st acoustic spectrum is extracted. The peak frequency of this 1st acoustic spectrum is the frequency obtained from the operating sound signals collected from the position nearest to the surveillance object equipment 3, and is the feature sound of the electric information showing the feature of the operating sound of the surveillance object equipment 3.

[0034]

The surveillance position information output step 13 is the process of outputting the surveillance position information on the 2nd admiration sound sensor 4, and memorizing to memory storage as substantially supervised with the 1st admiration sound sensor 2, and enabling the surveillance of the operating sound of the surveillance object equipment 3 by the 2nd admiration sound sensor 4. The surveillance start step 15 installs only the 2nd admiration sound sensor 4 in the surveillance position which might be based on the surveillance position or the surveillance position information output step 13 from surveillance position information memorized by memory storage. The surveillance step 16 supervises the operational status of the surveillance object equipment 3 by extracting the sound volume output value of the above-mentioned peak frequency from the operating sound signal detected by the 2nd admiration sound sensor 4, and supervising the extracted sound volume output value.

[0035]

Namely, in order that the operational status acoustic monitoring method 1 of equipment may prevent the incorrect surveillance by noises, such as an environmental sound from the circumference, Although a S/N ratio worsens, the characteristic curve sheet showing a relation with the frequency to the sound volume output value which the 2nd admiration sound sensor 4 that outputted the feature of surveillance object equipment 3 operating sound with peak frequency as basic data from the 1st admiration sound sensor 2 that carried out direct contact to the surveillance object equipment 3, and was provided comparatively far away detected, The operational status of the surveillance object equipment 3 strong against noise can be supervised by supervising the sound volume output value which is equivalent to the above-mentioned peak frequency from this characteristic curve sheet. The surveillance of the operational status of the surveillance object equipment 3 strong against noise is being able to detect without overlooking the abnormal operation of the surveillance object equipment 3.

[0036]

As a collecting means of an operating sound peculiar to surveillance object equipment, When the peak frequency at the time of normal operation the time of contacting the 1st admiration sound sensor to surveillance object equipment at the housing of contact and surveillance object equipment and when operating sounds are collected with the 2nd admiration sound sensor in a surveillance position differs, it does not contact but the neighborhood of a surveillance object sound generating part of surveillance object equipment is desirable.

[0037]

Next, the concrete embodiment of drawing 1 is described with reference to drawing 2 – drawing 12. It explains to drawing 1 and identical parts using identical codes. Drawing 2 is a circuitry figure for explaining the data collection device 20 for surveillance for carrying out the data collection process 5 for surveillance. The data collection device 20 for surveillance for outputting the surveillance position information on the 2nd admiration sound sensor 4 used as an object for surveillance every day in order that this embodiment may supervise the operational status of the surveillance object equipment 3, It becomes a basis of the data for surveillance obtained from this data collection device 20 for surveillance from the operational status acoustic monitoring device 21 of the equipment for supervising the operational status of the surveillance object equipment 3. The embodiment of the data collection device 20 for surveillance is shown in drawing 2, and the embodiment of the operational status acoustic monitoring device 21 of equipment is shown in drawing 10.

[0038]

First, the embodiment of the data collection device 20 for surveillance is described. The operational status of the surveillance object equipment 3 is supervised by the operating sound, and this operating sound is detected by

the 1st admiration sound sensor 2 and the 2nd admiration sound sensor 4. The 1st admiration sound sensor 2 is set up near the surveillance object part, in order to collect operating sounds peculiar to the surveillance object equipment 3, an acceleration sensor contacts it on the wall surface near the surveillance object part, for example as the contact process sound input device 25, and it is formed. The 2nd admiration sound sensor 4 is formed, the position for surveillance, for example, the safety zone, which were separated from the surveillance object part of the surveillance object equipment 3 from the 1st admiration sound sensor 2, and a microphone is formed as the noncontact type sound input device 26. The operating sound collection step 11 is performed by the 1st admiration sound sensor 2 and the 2nd admiration sound sensor 4. The collecting periods of the operating sound of the surveillance object equipment 3 by the 1st admiration sound sensor 2 and the 2nd admiration sound sensor 4 have the desirable period set beforehand.

[0039]

The A/D conversion treating part 34 for changing an analog signal into a digital signal is connected to the output terminal of the contact process sound input device 25, It is connected to the frequency analysis treating part 35 for creating the frequency response curve figure to a sound pressure level as shown, the acoustic-spectrum signal, for example, drawing 3, which show the relation of the frequency to a sound volume output value to the output terminal of the A/D conversion treating part 34 from the operating sound signal changed into the digital signal. The right peak frequency extraction part 36 for extracting the wave-like peak frequency which shows the peak characteristic of expressing the feature of the operating sound of the surveillance object equipment 3 in the above-mentioned frequency response curve figure is connected to the output terminal of the frequency analysis treating part 35. The coherence-analysis treating part 37 for outputting the surveillance position of the noncontact type sound input device 26 is connected to the output terminal of the right peak frequency extraction part 36.

[0040]

On the other hand, to the output terminal of the noncontact type sound input device 26. The A/D conversion treating part 41 for changing an analog signal into a digital signal is connected, It is connected to the frequency analysis treating part 42 for creating the frequency response curve figure to a sound pressure level as shown, the acoustic-spectrum signal, for example, drawing 4, which show the relation of the frequency to a sound volume output value to the output terminal of the A/D conversion treating part 41 from the signal of the operating sound changed into the digital signal. As for an estranged part by which the sound pressure level value of the frequency response curve figure of drawing 4 is equivalent to a distant distance from the surveillance object equipment 3 as compared with the peak value of the sound pressure level of the frequency response curve figure of drawing 3, the decreased

sound pressure level is detected.

[0041]

The false peak frequency extraction part 43 for outputting the sound pressure level which is equivalent to the above-mentioned peak frequency in the above-mentioned frequency response curve figure as a sound pressure level of false peak frequency is connected to the output terminal of the frequency analysis treating part 42. The peak frequency deviation treating part 44 for outputting the difference of the sound pressure level value of the above-mentioned peak frequency and false peak frequency is connected to the output terminal of the false peak frequency extraction part 43. The measuring-point quality decision treating part 45 for outputting the measuring-point information on the noncontact type sound input device 26 from the output of the coherence-analysis treating part 37 and the peak frequency deviation treating part 44 is connected.

[0042]

In order to measure the distance between the surveillance object equipment 3 and the noncontact type sound input device 26, the distance measuring device 47, for example, a laser rangefinder, is formed in the operational status acoustic monitoring device 21 of equipment. When the measured distance information supervises the surveillance object equipment 3, it shows the position for installing the noncontact type sound input device 26. The A/D conversion treating part 48 for changing the measured distance information into a digital signal is connected to the output terminal of the distance measuring device 47, and the distance information of A/D conversion treating part 48 output is connected to it so that it may be outputted to the measuring-point quality decision treating part 45. The output of each treating part and an extraction part is connected to the memory storage 49, for example, the data storing part, and the display 50 for memorizing.

[0043]

In order to input into the operational status acoustic monitoring device 21 of equipment the selection information etc. of the contents displayed on the information and the display 50 which are memorized to the data storing parts 49, such as a monitor name, at the time of the name of the surveillance object equipment 3, a setting position (address), and a surveillance date, the input device 51 is formed.

[0044]

The computer 52, for example, a personal computer, can constitute the portion which surrounded block diagrams other than surveillance object equipment 3, contact process sound input device 25, noncontact type sound input device 26, distance measuring device 47, input device 51, and display 50 by the dotted line, and was surrounded by this dotted line. When constituted from the personal computer 52, each above-mentioned operation procedures are controlled by CPU(control device) 54 which operates by the program memorized beforehand by the memory 53. Thus, the data collection device 20

for surveillance is constituted.

[0045]

The contact process sound input device 25 is, the 1st admiration sound sensor 2, for example, acceleration sensor, that are changed into an electrical signal by making into an operating sound signal the audible signal of the operating sound emitted from the surveillance object equipment 3, A magnet, a cylindrical jig, etc. are the sensors etc. which were formed in one as a means for attaching to covering of the surveillance object portion of the surveillance object equipment 3, enabling free attachment and detachment. In the 2nd admiration sound sensor 4 that detects the audible signal of the operating sound emitted from the surveillance object equipment 3 as an operating sound signal, the position, for example, a hitcher's on round position, which separated comparatively, operation is easy for portable convenience, for example, the noncontact type sound input device 26 is a microphone etc.

[0046]

CPU54 controls the distance measuring device 47 and the distance measuring device 47 makes the distance from the surveillance object equipment 3 to the contact process sound input device 25 or the noncontact type sound input device 26 measure, when the measuring-point quality decision treating part 45 outputs the surveillance position of the noncontact type sound input device 26, The present distance information changed into the digital signal is transmitted to the measuring-point quality decision treating part 45 which outputs the surveillance position of the noncontact type sound input device 26. The distance measuring device 47 is inputted from the input device 51, and registers into the data storing part 49 the distance which not only a laser rangefinder but other range finders or tape measures may be sufficient as, and was measured in this case as distance information. Distance information is information, distance, etc. which any may be sufficient as as long as it is the information which shows the surveillance position of the noncontact type sound input device 26 and is the information which can install the noncontact type sound input device 26 when supervising next, for example, show the direction of [from the reference position of the surveillance object equipment 3].

[0047]

If CPU54 relates with the surveillance object equipment 3 an operating sound signal, the above-mentioned distance information, etc. which were digitized, memorizes them to the data storing part 49, and it is read when required, it will carry out control etc. which are simultaneously displayed on the display 50. The position in which the name of the surveillance object equipment 3 and surveillance object equipment are installed as for the input device 51 (address), It is for example, a keyboard for personal computers at the terminal in which a hitcher on inputs input, such as a hitcher-on name, into the personal computer 52 at the time of a measurement date, CPU54 is displayed on the display 50 at the same time it relates with the operating sound

information on the surveillance object equipment 3 the input inputted from the keyboard and memorizes it to the data storing part 49.

[0048]

The A/D (analog to digital) conversion process parts 34 and 41 change into the sound information of digital format the audible signal of the analog which is the operating sound information on the surveillance object equipment 3 which the contact process sound input device 25 and the noncontact type sound input device 26 detected.

[0049]

The frequency analysis treating parts 35 and 42 are what outputs the acoustic-spectrum signal which conducts frequency analysis of the operating sound signal by which CPU54 was digitized by Fast Fourier Transform, and shows the relation of the frequency to a sound volume output value, For example, the characteristic curve sheet showing a relation with the frequency to a sound pressure level as shown in drawing 3 and drawing 4 is outputted. The relation of the frequency to a sound volume output value is good not only as for a graph as shown in drawing 3 and drawing 4 but a table.

[0050]

The right peak frequency extraction part 36 extracts, the peak frequency, for example, two or more peak frequency, a sound pressure level indicates peaks to be based on the acoustic spectrum of the contact process sound input device computed by the frequency analysis treating part 35. In the frequency response curve figure to a sound pressure level as shows drawing 3 and drawing 4 CPU54, The frequency information which shows the waveform (P_{max_1} , P_{max_2} , P_{max_3} -- P_{max_n}) which the sound pressure level projected for Masakata is extracted, If it outputs to the coherence-analysis treating part 37, the false peak frequency extraction part 43, etc., it will memorize to the data storing part 49 simultaneously, and control displayed on the display 50 will be carried out.

[0051]

The right peak frequency extraction part 36 can also be constituted as shown in drawing 5. A peak frequency extraction means 36a by which a sound pressure level shows a peak in drawing 3, The frequency extraction means 36b which shows the peak of a sound pressure level higher than the sound pressure level average value in a perimeter wave number zone in drawing 6, It can constitute so that it can choose corresponding any, such as the frequency extraction means 36c which show the peak of a sound pressure level higher than the average value of a sound pressure level for every specific frequency band in drawing 7, they are to the environment of the surveillance object equipment 3. For example, it is separated from the right peak frequency extraction part 36 of the distance between the adjoining surveillance object equipment 3, and when the good surveillance of a S/N ratio can be performed with the noncontact type sound input device 26, it chooses the peak frequency extraction means 36a. As for the right peak

frequency extraction part 36, it is desirable for the distance between the adjoining surveillance object equipment 3 to choose the frequency extraction means 36c of a sound pressure level higher than sound pressure level average value for every specific frequency band with the noncontact type sound input device 26, soon, when a S/N ratio is bad. As for the right peak frequency extraction part 36, in the case of a middle S/N ratio, it is desirable to choose the frequency extraction means 36b which shows the peak of a sound pressure level higher than the sound pressure level average value in a perimeter wave number zone. Any or one means may constitute the above-mentioned positive peak frequency extraction part 36 among the frequency extraction means 36a, 36b, and 36c.

[0052]

As a means to extract peak frequency based on the acoustic spectrum which carried out collection processing with the contact process sound input device 25, For example, a method of extracting the peak frequency of any number from all the analytic-frequencies zones to descending of a frequency level, as shown in drawing 3, How to compute the average value of all the analytic-frequencies zones as shown in drawing 6, and to extract frequency with a larger frequency level than average value as peak frequency, Peak frequency is extracted by the method of computing average value for every arbitrary analytic-frequencies zones, and extracting frequency with a larger frequency level than average value as peak frequency as shown in drawing 7 etc.

[0053]

As a result, the extraction of an acoustic spectrum to peak frequency which carried out collection processing with the contact process sound input device 25, As shown in drawing 3, when only arbitrary numbers extract the frequency which shows a peak with a large sound pressure level out of all the analytic-frequencies zones, the characteristic frequency component of the normal operation sound of the surveillance object equipment 3 can be extracted. The extraction of peak frequency can compute the average value of the sound pressure level in all the analytic-frequencies zones, as shown in drawing 6, and it can extract frequency with a larger sound pressure level than average value as peak frequency. The data made into the index at the time of drawing the range detectable with the noncontact type sound input device 26 can be extracted by computing the average value of the height of each frequency by all the analytic-frequencies zones, and making frequency higher than the computed average value into peak frequency.

[0054]

In the frequency response curve figure to the sound pressure level shown in drawing 3, CPU54 the peak frequency extraction means 36a out of all the analytic-frequencies zones. They are peak frequency P_{\max_1} , P_{\max_2} , and P_{\max_3} to order with high frequency. -- P_{\max_n} is extracted and it outputs to the coherence-analysis treating part 37 and the false peak frequency

extraction part 43.

[0055]

The frequency extraction means 36b which shows the peak of a sound pressure level higher than the sound pressure level average value in a perimeter wave number zone, In the frequency response curve figure to the sound pressure level which CPU54 shows to drawing 6, Peak frequency P_{max_1} higher than the straight line S which computes the average value of all the analytic-frequencies zones with the expression 1, and shows the computed average value, P_{max_2} , P_{max_3} — P_{max_n} is extracted, It outputs to the coherence-analysis treating part 37 and the false peak frequency extraction part 43. The frequency extraction means of a sound pressure level is performed for every specific frequency band.

[0056]

The frequency extraction means 36c which shows the peak of a sound pressure level higher than the average value of the sound pressure level called for for every specific frequency band, In the frequency response curve figure to the sound pressure level shown in drawing 7, CPU54 divides into plurality for every arbitrary analytic-frequencies zones, and the average value shown in the straight line S for every analytic-frequencies zone is computed with the expression 2, Sound pressure level P_{maxa_1} which shows a peak value higher than the average value S computed for every analytic-frequencies zone, P_{maxb_1} , P_{maxc_1} — The frequency of P_{maxn_1} is extracted as peak frequency, It outputs to the coherence-analysis treating part 37 and the false peak frequency extraction part 43.

[0057]

[Expression 1]

The averaging type of all the analytic-frequencies zones

Analytic-frequencies zone --- $f_1 - f_n$

Number of frequency bands ----N

Average value fave

Sound pressure level in peak frequency $p_{max_1} - p_{max_n}$

$f_1 + f_2 + \dots + f_n / N = \text{fave}$

$\text{fave} < p_{max_1} - p_{max_n}$

[0058]

[Expression 2]

The averaging type between the arbitrary frequency bands fa

Arbitrary analytic-frequencies zones ... $fa_1 - fa_n$

The number of frequency bands Na

Average value fave

Sound pressure level in peak frequency ---- $p_{maxa_1} - p_{maxa_n}$

$$fa_1 + fa_1 + \dots fa_n / Na = fave_1$$

$$fave_1 < pmaxa_1 - pmaxa_n$$

Henceforth, the formula between each [frequency band $fa-fn$] is the same as the above-mentioned formula.

[0059]

The false peak frequency extraction part 43 each peak frequency as which CPU54 was inputted from the above-mentioned positive peak frequency extraction part 36 to origin. The sound pressure level of each same peak frequency is extracted from the acoustic spectrum of noncontact type sound input device 26 output, and it outputs to the peak frequency deviation treating part 44, the coherence-analysis treating part 37, the data storing part 49, the display 50, etc. The acoustic spectrum of noncontact type sound input device 26 output is a frequency response curve figure to a sound pressure level as shown, for example in drawing 4. The acoustic spectrum of drawing 4 has a large clearance part sound pressure level from the surveillance object equipment 3 as compared with the acoustic spectrum of drawing 3, and the S/N ratio is also outputted greatly.

[0060]

The coherence-analysis treating part 37 searches for coherence about the sound pressure level of each peak frequency which CPU54 extracted by the right peak frequency extraction part 36 and the false peak frequency extraction part 43, and asks for the strength of correlation of a phase by a perimeter wave number zone by a coherence-analysis means. If the coherence-analysis treating part 37 has correlation and there will not be "1" and correlation, it will output "0." correlation — an owner — "— 1", when there are a sound pressure level value of the peak frequency extracted from the acoustic spectrum of contact process sound input device 25 output, a sound pressure level value of the above-mentioned peak frequency extracted from the acoustic spectrum of noncontact type sound input device 26 output, and correlation, The measuring-point quality decision treating part 45 judges the current position of the noncontact type sound input device 26 to be a surveillance position. The information on this surveillance position is the distance information from the surveillance object equipment 3, is related with the surveillance object equipment name concerned, and is memorized by the data storing part 49.

[0061]

The peak frequency deviation treating part 44 asks for the deviation of each sound pressure level in the above-mentioned peak frequency which CPU54 extracted by the right peak frequency extraction part 36 and the false peak frequency extraction part 43 by a perimeter wave number zone. It judges with the peak frequency deviation treating part 44 being the same as that of the operating sound of the surveillance object equipment 3 which outputted "0" when there is no deviation of each sound pressure level and it was in

agreement, and the contact process sound input device 25 detected by the measuring-point quality decision treating part 45. Outputting "1", if there is a deviation of each sound pressure level, the operating sound, the nonidentity, and the measuring-point quality decision treating part 45 of the surveillance object equipment 3 which the contact process sound input device 25 detected judge.

[0062]

Namely, if the coherence-analysis treating part 37 outputs those with correlation, and the peak frequency deviation treating part 44 does not have a deviation of a sound pressure level and is in agreement, by the measuring-point quality decision treating part 45. CPU54 judges with it being the same as that of the operating sound of the surveillance object equipment 3 which the contact process sound input device 25 detected, and judges with the surveillance position of an operating sound. The sound pressure level value of the extracted peak frequency in the frequency response curve figure to the sound pressure level of the output of the coherence-analysis treating part 37 is a waveform shown in drawing 8 (a), and these relations show the feature sound at the time of the normal operation of the surveillance object equipment 3 as shown in drawing 8. The waveform of drawing 8 can be outputted, for example in the waveform of drawing 6 by processing in the clamp circuit which makes average value a clamp level.

[0063]

The sound pressure level value of the peak frequency extracted in the frequency response curve figure to the sound pressure level of the output of the peak frequency deviation treating part 44 is made into the waveform shown in drawing 8 (b). It judges with the waveform with which the sound pressure level value added and compensated for a decreased part (dotted-line value) equivalent to the distance difference between the surveillance object equipment 3 of the noncontact type sound input device 26 the waveform shown in drawing 8 (b) being the drawing 8 (c) waveform, and the drawing 8 (a) waveform and the drawing 8 (c) waveform of CPU54 corresponding. That is, in coincidence, the drawing 8 (a) waveform and the drawing 8 (c) waveform show that the noncontact type sound input device 26 has detected the feature sound at the time of operation of the surveillance object equipment 3. The position of the noncontact type sound input device 26 which has detected the feature sound of the surveillance object equipment 3 is a surveillance position of the noncontact type sound input device 26 which can measure the operating sound of the surveillance object equipment 3 with the noncontact type sound input device 26. When the measuring-point quality decision treating part 45 judges with it being in agreement with the drawing 8 (a) waveform and the drawing 8 (c) waveform, Outputting control instruction for CPU54 to measure the distance of the position of the present noncontact type sound input device 26, and the surveillance object equipment 3 to the distance measuring device 47, the distance measuring device 47 outputs

distance information. This distance information is the surveillance position information in which the noncontact type sound input device 26 can supervise the operating sound of the surveillance object equipment 3. That is, when the coherence-analysis treating part 37 outputs those with correlation and the sound pressure level of the drawing 8 (a) waveform and the drawing 8 (c) waveform outputs coincidence in the peak frequency deviation treating part 44, the measuring-point quality decision treating part 45 outputs the surveillance position information on the noncontact type sound input device 26.

[0064]

The coherence-analysis treating part 37 outputs those without correlation, and the peak frequency deviation treating part 44 outputs those of a sound pressure level with a deviation, and if inharmonious, the measuring-point quality decision treating part 45, It judges with a different sound from the operating sound of the surveillance object equipment 3 which the contact process sound input device 25 detected by control of CPU54, and judges with it being unsuitable as a surveillance position of an operating sound, and not being a surveillance position of an operating sound. These processing results will be simultaneously displayed on the display 50, if CPU54 memorizes to the data storing part 49.

[0065]

As a means to search for surveillance position information, although mutually related existence and the peak frequency deviation treating part 44 explained the coherence-analysis treating part 37 about the example searched for by the existence of the deviation of a sound pressure level, As for mutually related existence or the existence of a deviation, when the range permitted beforehand is searched for and it goes into this range, it is desirable to determine it as a surveillance position. That is, as for surveillance position information, when the deviation or the information which carried out coherence-analysis processing and was searched for on the 1st sound volume output value and the 2nd sound volume output value becomes the range defined beforehand, it is desirable to consider it as the distance information from surveillance object equipment to the 2nd admiration sound sensor.

[0066]

According to the above-mentioned embodiment, although surveillance position information was calculated from the output value of the coherence-analysis treating part 37 and the peak frequency deviation treating part 44, at least one side can also search for surveillance position information.

[0067]

By control of CPU54, the measuring-point quality decision treating part 45 performs the coherence judging means 45a and the peak frequency deviation judging means 45b, as shown in drawing 9. CPU54 the former coherence judging means 45a The sound pressure level in the peak frequency of the coherence-analysis treating part 37 to the contact process sound input

device 25, The correlation of a phase with the sound pressure level of noncontact type sound input device 26 output in this peak frequency is taken, A result in case there is nothing about the time "1" of there being correlation "0" is outputted, when correlation is "1" based on this, the position of the noncontact type sound input device 26 is judged to be a "surveillance position", and when correlation is "0", the position of the noncontact type sound input device 26 is judged to be a "surveillance unsuitable position."
[0068]

CPU54 the latter peak frequency deviation judging means 45b The sound pressure level in the peak frequency of the peak frequency deviation treating part 44 to the contact process sound input device 25, The difference of the sound pressure level with the sound pressure level of noncontact type sound input device 26 output in this peak frequency which carried out distance compensation is taken, The time "0" without difference of sound pressure level is outputted, and the sound pressure level of contact process sound input device 25 output and the sound pressure level of noncontact type sound input device 26 output estimate it by the same sound as the operating sound of surveillance object equipment, and output. CPU54 estimates this decision result that the current position of the noncontact type sound input device 26 is suitable as a surveillance position, and it displays on the display 50 at the same time it memorizes to the data storing part 49.

[0069]

When there is difference of sound pressure level, CPU54 outputs "1" and carries out the judgment which the sound pressure level of contact process sound input device 25 output and the sound pressure level of noncontact type sound input device 26 output consider is an environmental sound with the output which is not an operating sound of the surveillance object equipment 3 in an allophone. CPU54 estimates that this decision result is unsuitable as a surveillance position about the current position of the noncontact type sound input device 26, and it displays on the display 50 at the same time it memorizes this evaluation to the data storing part 49. In this case, a monitor moves the position of the noncontact type sound input device 26, The position as which evaluation that it is suitable as a surveillance position is displayed on the display surface of the display 50 can be chosen, and the operation which moves the position of the noncontact type sound input device 26, and chooses a surveillance position is defined as tuning on these Descriptions.

[0070]

Distance compensation has a clearance difference to the surveillance object equipment 3 whose contact process sound input device 25 and noncontact type sound input device 26 are sound sources, and since the difference of sound pressure level in each peak frequency occurs that much, it is compensated about the part and noncontact type sound input device 26 output wave. A part for this compensation is shown by the dotted line, for

example in drawing 8 (c).

[0071]

Carry out the measuring-point quality decision treating part 45 in this way, and CPU54 has correlation by the coherence judging means 45a, outputs "1", and it judges with a "surveillance position", When there is no difference of sound pressure level, "0" is outputted and the sound pressure level of contact process sound input device 25 output and the sound pressure level of noncontact type sound input device 26 output estimate it by the same sound as the operating sound of surveillance object equipment by the peak frequency deviation judging means 45b, Surveillance position information is outputted, and it displays on the display 50 at the same time it memorizes to the data storing part 49. When CPU54 evaluates others, the measuring-point quality decision treating part 45 outputs surveillance non-**, and it displays it on the display 50 at the same time it memorizes to the data storing part 49.

[0072]

When correlation of CPU54 outputs "0" by the coherence judging means 45a and difference of sound pressure level outputs "1" by the peak frequency deviation judging means 45b with other evaluations, When correlation outputs "0" similarly and difference of sound pressure level outputs "0", it is a time of correlation outputting "1" and difference of sound pressure level outputting "1", etc.

[0073]

That is, it judges with the expression 4 by the peak frequency deviation judging means 45b judged based on the result of the peak frequency deviation treating part 44. In the coherence judging means 45a, the correlation of each peak frequency is judged with the expression 3 based on the coherence result computed by the coherence-analysis treating part 37, and measurement propriety is judged.

In the peak frequency deviation judging means 45b, the deviation relation of each peak frequency is judged with the expression 4 based on the deviation of the peak frequency computed by the peak frequency deviation treating part 44, and the surveillance position quality of the noncontact type sound input device 26 is judged. The measuring-point quality decision treating part 45 outputs the surveillance position of the noncontact type sound input device 26.

[0074]

[Expression 3]

Coherence function of peak frequency -- $cpmax_1 - cpmax_n$

$0 < cpmax_1 - cpmax_n \leq 1$

[0075]

[Expression 4]

Deviation of the sound pressure level in the peak frequency deviation of a contact process and a noncontact type -- $deltapmax_1 - deltapmax_n$

Sound pressure level in contact process peak frequency -- $p_{\max_1} - p_{\max_n}$
 $0 \leq \Delta p_{\max_1} - \Delta p_{\max_n} < p_{\max_1} - p_{\max_n}$

[0076]

The measuring-point quality decision treating part 45 sets up a threshold about the coherence-analysis result by the coherence-analysis treating part 37, or the peak frequency deviation result by a peak frequency deviation, and judges the quality of a measuring point. Although the example in which the coherence judging means 45a and the peak frequency deviation judging means 45b did the and operation about the measuring-point quality decision treating part 45 was explained, When good detection of a S/N ratio can be performed with the contact process sound input device 25 and the noncontact type sound input device 26, the means of either one of the coherence judging means 45a or the peak frequency deviation judging means 45b may be used.

[0077]

The audible signal by which the A/D conversion treating parts 34 and 41 were digitized as for the display 50, The acoustic spectrum of the frequency analysis treating part 35 and 42 outputs, and the peak frequency extracted by the right peak frequency extraction part 36, The sound pressure level of the peak frequency of the false peak frequency extraction part 43, and the coherence result of the coherence-analysis treating part 37, The time of the computed result of the peak frequency deviation treating part 44, the measurement propriety result of the measuring-point quality decision treating part 45, the distance measured by the distance measuring device 47 in that case, the surveillance object equipment name and surveillance object equipment place which were inputted from the input device 51, and a measurement date, etc. are displayed.

[0078]

Namely, the input display which displays the information inputted when supervising the display 50, A threshold setting-out display and the display of the conditions inputted in order to search data from the data storing part 49, It has the data display of the searched result, the display of the measurement result of measuring-point quality decision treating part 45 output, the display of the decision result of the decision processing part 62, and a label function of the database stored in the data storing part 49. The above-mentioned threshold setting-out display displays the item which sets a threshold as the coherence-analysis result or peak frequency deviation result used for the measuring-point quality decision treating part 45, and the item which inputs the threshold of the peak frequency comparison result used for a normal sound (or abnormal noise) right-or-wrong judging, The item which inputs the threshold of a coherence-analysis result or a peak frequency comparison result is displayed. A data retrieval condition display displays the item which inputs the time of a surveillance object equipment name and a surveillance date, and a data retrieval result display displays a surveillance object

equipment name, the time of a surveillance date, measurable distance, etc.

[0079]

The time series display which displays the digital signal changed into the measurement result display by the A/D conversion treating part on a time series, The time series trace which displays two or more measurement results in piles, and the frequency analysis display which displays the result processed by the frequency analysis treating part, There are frequency analysis trace which displays two or more measurement results in piles, a peak frequency display which displays the result processed by the right peak frequency extracting processing part and the false peak frequency extracting processing part, a coherence-analysis display which displays the result processed by the coherence-analysis treating part, etc. The normal sound propriety display which displays the result of the measurement propriety display as which a decision result display displays the result of a distance decision processing part, and a normal sound right-or-wrong decision processing part, and database table Shimesu display on a display the data stored in the data storing part.

[0080]

The distance information as which, as for the data storing part 49, the monitor measured the distance from the surveillance object equipment 3 to the contact process sound input device 25 and the noncontact type sound input device 26, and the monitor inputted this measurement distance and was inputted from the input device 51 in it, The time of the surveillance object equipment name inputted by the input device 51 and a measurement date, and the audible signal digitized by the A/D conversion treating parts 34 and 41, The acoustic spectrum of the frequency analysis treating parts 35 and 42, the peak frequency of the right peak frequency extraction part 36, the peak frequency of the false peak frequency extraction part 43, the computed result of the peak frequency deviation treating part 44, the measurement propriety result of the measuring-point quality decision treating part 45, etc. are associated, respectively, and are stored.

[0081]

Thus, the surveillance of measuring-point quality decision treating part 45 output can search for the surveillance position in which the noncontact type sound input device 26 supervises the feature sound at the time of operation of the surveillance object equipment 3. The distance between the surveillance object equipment 3 which can measure the feature sound of the surveillance object equipment 3 with this noncontact type sound input device 26, and the noncontact type sound input device 26 shows the surveillance position of the noncontact type sound input device 26.

[0082]

Next, by supervising the operating sound of the surveillance object equipment 3 with the noncontact type sound input device 26 explains the embodiment of the operational status acoustic monitoring device 21 of equipment which

diagnoses the existence of the abnormalities of the surveillance object equipment 3, etc. with reference to drawing 10 and drawing 11. In drawing 1 thru/or drawing 9, and identical parts, identical codes are given and explained, and since the detailed explanation overlaps, it is omitted. This embodiment is what supervises the operating sound of the surveillance object equipment 3 only with the noncontact type sound input device 26 by performance equivalent to having supervised with the contact process sound input device 25. It is an example which installs the noncontact type sound input device 26 in the surveillance position outputted by the above-mentioned data collection device 20 for surveillance, and supervises the operating sound of the surveillance object equipment 3. It being equivalent to having supervised with the contact process sound input device 25 is being able to carry out the surveillance which was not influenced by noise but was stabilized, although the S/N ratio of the supervisory signal by the noncontact type sound input device 26 deteriorates. The stable surveillance extracts peak frequency from the signal supervised with the contact process sound input device 25, and is attained by making the sound pressure level of the supervisory signal by the noncontact type sound input device 26 into a supervisory signal on the basis of this peak frequency.

[0083]

Such an operational status acoustic monitoring device 21 of equipment consists of the noncontact type sound input device 26, the distance measuring device 47, the input device 51, the personal computer 52, and the display 50. The personal computer 52, For example, it has the A/D conversion treating part 34, the frequency analysis treating part 35, the false peak frequency extraction part 43, the peak frequency correction processing section 61, the decision processing part 62, the data storing part 49, the A/D conversion treating part 48, the distance comparison process part 65, the retrieving processing part 66, the memory 53, CPU54, etc.

[0084]

The noncontact type sound input device 26 detects the operating sound generated when the surveillance object equipment 3 operates, outputs an electrical signal, and is a microphone etc., for example. The surveillance position which the installed position of this microphone was outputted by the above-mentioned data collection device 20 for surveillance, and was memorized by the data storing part 49. Or it is the position which was made to move the installed position of the noncontact type sound input device 26, supervising the display surface of the display 50 with the operational status acoustic monitoring device 21 of equipment, and was made to tune up to the above-mentioned surveillance position. Namely, the installation of the noncontact type sound input device 26 to the surveillance position read from the data storing part 49 can measure the distance from the surveillance object equipment 3 with the distance measuring device 47, can search for the surveillance position read from the data storing part 49, and can install it in a

surveillance position. As a result, the monitor of a plant patrols many equipment one by one, carrying the operational status acoustic monitoring device 21 of equipment. A surveillance position applicable in each surveillance object equipment 3 position can be read from the data storing part 49, the noncontact type sound input device 26 can be installed in this surveillance position, and the operational status of the surveillance object equipment 3 can be supervised from an operating sound.

[0085]

The A/D conversion treating part 34 changes into digital format the audible signal of the analog which detected the operating sound of the surveillance object equipment 3 with the noncontact type sound input device 26, and outputs it to the frequency analysis treating part 35. The frequency analysis treating part 35 conducts frequency analysis of the audible signal digitized by the A/D conversion treating part 34 by Fast Fourier Transform, and outputs an acoustic spectrum to the false peak frequency extraction part 43.

[0086]

The false peak frequency extraction part 43 reads the above-mentioned peak frequency data of the surveillance object equipment 3 concerned from the data storing part 49. If the sound pressure level in noncontact type sound input device 26 output wave of the read above-mentioned peak frequency is memorized to the data storing part 49 and it displays on the display 50, it will output to the peak frequency correction processing section 61 simultaneously. False peak frequency extraction part 43 output wave is a waveform as shown in drawing 8 (b). The peak frequency correction processing section 61 outputs a waveform as shown in drawing 8 (c) which added the decreased dotted line equivalent to the distance to the surveillance object equipment 3 and the non-contact sound input device 26 to the waveform as shown in drawing 8 (b). A deviation with the sound pressure level value calculated from the waveform as shown in drawing 8 (a) of right peak frequency extraction part 36 output value of contact process sound input device 25 power range system of the surveillance object equipment 3 concerned memorized by this output wave and data storing part 49 is taken. As a result of drawing 8 (a) and the deviation of (c), if there is no deviation, the peak frequency correction processing section 61 will output a waveform as shown in drawing 8 (c). As a result of a deviation, if there is a deviation, the peak frequency correction processing section 61 will move the position of the noncontact type sound input device 26 so that a deviation may be lost, it will be justified, and will search for a surveillance position.

[0087]

The decision processing part 62 compares with the waveform at the time (at or the time of abnormalities) of normal of the surveillance object equipment 3 concerned memorized by the waveform as shown in drawing 8 (c) from the peak frequency correction processing section 61, and the data storing part 49. If in agreement, it will check that it is a normal operating state (an abnormal

condition will be outputted if in agreement with the time of abnormalities). Thus, the decision processing part 62 judges the strength of correlation with the sound pressure level of the peak frequency which the noncontact type sound input device 26 detected, and the sound pressure level of the above-mentioned peak frequency read from the data storing part 49. That is, the decision processing part 62 judges difference existence with a normal sound (or abnormal noise), and judges a normal operating state and an abnormal operation state.

[0088]

The decision processing part 62, When the sound pressure level of the peak frequency which amended a part for clearance by the peak frequency correction processing section 61, the sound pressure level of the peak frequency of the surveillance object equipment 3 concerned read from the data storing part 49, and correlation are taken. setting up a threshold about the peak frequency deviation result by ***** -- the right-or-wrong judging of a normal sound (or abnormal noise) -- it can carry out. The above-mentioned threshold has a function in which a threshold can be set up in the display surface of the display 50.

[0089]

The distance measuring device 47 is a laser rangefinder, for example, the noncontact type sound input device 26 is equipped with it, measures the distance from the surveillance object part of the surveillance object equipment 3 to the noncontact type sound input device 26, and outputs distance information. It will be simultaneously inputted into the data storing part 49, and this distance information will be memorized, if it is changed into a digital signal by the A/D conversion treating part 48 and is inputted into the distance comparison process part 65.

[0090]

The retrieving processing part 66 searches and reads the surveillance position data of the surveillance object equipment 3 concerned from the data storing part 49, and outputs it to the distance comparison process part 65. When the distance comparison process part 65 is in agreement as compared with the distance information measured with the distance measuring device 47, and the surveillance position data read from the data storing part 49, the current position of the noncontact type sound input device 26 recognizes it as a surveillance position, and outputs that it is a surveillance position to the decision processing part 62. The decision processing part 62 displays that the current position of the noncontact type sound input device 26 is a surveillance position on the display surface of the display 50. The input device 51 is a keyboard, for example, and it inputs into the data storing part 49, and it is memorized while inputting the time of a surveillance object equipment name and a measurement date.

[0091]

Out of the data of the past which relates the retrieving processing part 66

with the surveillance object equipment name inputted from the input device 51, and is stored in the data storing part 49. The right peak frequency processing result of a detect output waveform by the measurable distance (surveillance position data) of the same surveillance object equipment 3 and the contact process sound input device 25, a peak frequency deviation processing result, etc. are searched. It is the data etc. which were outputted to the past data by various data and the operational status acoustic monitoring device 21 of equipment which were outputted by the data collection device 20 for surveillance.

[0092]

The surveillance position data which searched and extracted the surveillance object equipment name associated data concerned from the data storing part 49 when the distance comparison process part 65 inputted a surveillance object equipment name by the retrieving processing part 66, The distance between the surveillance object equipment 3 and the present noncontact type sound input device 26 is measured with the distance measuring device 47, and it asks for the deviation (expression 5) of distance based on the inputted distance data. The surveillance position of the noncontact type sound input device 26 moves the position of the noncontact type sound input device 26 so that this deviation score may be set to "0", and it is justified. When the above-mentioned deviation score is set to "0", a judgment is performed by the decision processing part 62, and it is displayed on the display 50. The monitor can install the noncontact type sound input device 26 in an optimal position, looking at the display screen of the display 50.

[0093]

[Expression 5]

Present position data of the non-contact sound input devices 26 collected with the distance measuring device 47 K_1

Measuring point of the noncontact type sound input device 26 read from the data storing part 49 K

Distance deviation..... ΔK

$K - K_1 = \Delta K$

[0094]

The measuring point of the noncontact type sound input device 26 is moved so that ΔK may be set to "0." As a result, when ΔK is set to "0", the noncontact type sound input device 26 will be in the same executive state substantially with the surveillance by the contact process sound input device 25. Thus, positioning to the surveillance position of the noncontact type sound input device 26 is ended.

[0095]

When, as for the decision processing part 62, CPU54 outputs a decision result with a surveillance position for the installed position of the noncontact type sound input device 26, Based on the acoustic spectrum computed by the

frequency analysis treating part 35, by inputting a surveillance object equipment name from the input device 51, the retrieving processing part 66 searches and extracts the same peak frequency as the right peak frequency processing result of the extracted past from the data storing part 49. The false peak frequency extraction part 43 outputs sound pressure level value $pmax_1$ equivalent to the peak frequency which extracted [above-mentioned] from the acoustic spectrum of frequency analysis treating part 35 output - $pmax_n$ to the peak frequency correction processing section 61.

[0096]

The peak frequency correction processing section 61 adds a decreased part of the sound pressure level equivalent to the distance between the noncontact type sound input device 26 and the contact process sound input device 25 to sound pressure level value $pmax_1$ equivalent to the peak frequency which extracted [above-mentioned] - $pmax_n$. It adjusts to the surveillance sensitivity by the contact process sound input device 25 substantially.

[0097]

That is, the peak frequency correction processing section 61 adds the peak frequency deviation processing result searched and extracted from the data storing part 49 by the retrieving processing part 66 to this extracted peak frequency (expression 6), and asks for the sound pressure level of false contact peak frequency.

[0098]

[Expression 6]

The peak frequency deviation processing result which was searched from the data storing part 49 by the retrieving processing part 66, and was extracted $deltapmax_1 - deltapmax_n$

Sound pressure level in the peak frequency which the noncontact type sound input device 26 detected this time $dpmax_1 - dpmax_n$

False contact peak frequency adding a deviation $apmax_1 - apmax_n$

It is if it carries out.

$$dpmax_1 + deltapmax_1 \text{ --- } dpmax_n + deltapmax_n = apmax_1 - apmax_n$$

[0099]

The decision processing part 62 judges the existence of the abnormal noise of the surveillance object equipment 3 by the operation system state-diagnosis means 62b based on peak frequency correction processing section 61 output to be the distance judging means 62a which judges the propriety as a surveillance position of the distance measured based on the result of the distance comparison process part 65 as shown in drawing 11.

[0100]

The distance judging means 62a judges a distance measurable to origin for the

result of the distance comparison process part 65 with the expression 7.

[Expression 7]

Distance deviation ΔK

$\Delta K=0$

[0101]

The sound pressure level in the false contact process peak frequency with which CPU54 was computed by the peak frequency correction processing section 61 as for the operation system state-diagnosis means 62b, The difference in the sound pressure level of peak frequency is judged, and the existence of an abnormal noise is made to judge as compared with the sound pressure level of the right peak frequency extracted from the data storing part 49 by the retrieving processing part 66. If there are not those of abnormal operation with possibility and a difference of a sound pressure level, the difference of a sound pressure level has CPU54 and it stores [the decision processing part 62 outputs under normal operation, associates this result at the time of a surveillance object equipment name and a surveillance date and] it in the data storing part 49, it will be simultaneously displayed on the display 50.

[0102]

The audible signal with which digital processing of the display 50 was carried out by the A/D conversion treating part 34, The acoustic spectrum in which data processing was carried out by the frequency analysis treating part 35, and the peak frequency of the false peak frequency extraction part 43, The peak frequency of the peak frequency correction processing section 61, and the surveillance position information, right peak frequency processing result and peak frequency deviation processing result of the past noncontact type sound input device 26 which were extracted from the data storing part 49, The surveillance object equipment name inputted with the input device 51, the time of a measurement date, the surveillance position propriety result of the distance judging means 65a, the result of the operation system state-diagnosis means 62b, etc. are displayed.

[0103]

The audible signal with which digital processing of the data storing part 49 was carried out by the A/D conversion treating part 34, The acoustic spectrum in which data processing was carried out by the frequency analysis treating part 35, and the peak frequency of the false peak frequency extraction part 43, The surveillance position information inputted with the distance measuring device 47, the surveillance object equipment name inputted with the input device 51, the time of a measurement date, and the result of the peak frequency correction processing section 61 are stored.

[0104]

Next, the operational status monitor method of the surveillance object equipment 3 by the operational status acoustic monitoring device 21 of this equipment is explained with reference to the flow chart of drawing 12.

Identical codes are given and explained to drawing 1 thru/or drawing 11, and identical parts, and the detailed explanation is omitted. A monitor carries and patrols the operational status acoustic monitoring device 21 of the equipment which shows drawing 10 a power generating plant, for example, the surveillance object equipment 3 is located in a line (F-1). At this time, a monitor sets the operational status acoustic monitoring device 21 of equipment as the positioning mode for installing the noncontact type sound input device 26 to a surveillance position (F-2). When the surveillance position defined beforehand is reached, a monitor installs the noncontact type sound input device 26 in the anticipation surveillance position of the surveillance object equipment 3, and justifies it (F-3). A monitor is displayed on a display screen as a surveillance optimal position, when it is able to move to the surveillance position defined beforehand, looking at the display screen of the display 50 (F-4).

[0105]

Next, a monitor switches the operational status acoustic monitoring device 21 of equipment to the operational status supervision mode of the surveillance object equipment 3 (F-5). The operating sound (F-6) of the surveillance object equipment 3 detected with the noncontact type sound input device 26, It is changed into a digital signal by the A/D conversion treating part 34, and the Fourier transform of this digital signal is carried out by the frequency analysis treating part 35, and the acoustic spectrum of a frequency response curve figure to a sound pressure level is inputted into the false peak frequency extraction part 43 (F-7).

[0106]

The false peak frequency extraction part 43 reads the positive peak frequency information extracted from the acoustic spectrum of contact process sound input device 25 output from the data storing part 49, The sound pressure level of the acoustic spectrum of frequency analysis treating part 35 output equivalent to this positive peak frequency is extracted, and it outputs to the peak frequency correction processing section 61 as sound pressure level information on false peak frequency (F-8).

[0107]

Since the noncontact type sound input device 26 is located far away from the surveillance object equipment 3 which is a sound source as compared with the contact process sound input device 25, the peak frequency correction processing section 61 adds and amends a decreased part by the clearance to the sound pressure level of false peak frequency, and outputs it to the decision processing part 62 (F-9). The decision processing part 62 reads the sound pressure level value to the peak frequency at the time of the normal operation of the surveillance object equipment 3 concerned stored in the data storing part 49 (F-10), and This sound pressure level, The loudness level of sound which added a decreased part to the sound pressure level of the above-mentioned false peak frequency is compared (F-11), If in agreement, it

will judge with under normal operation and will display on the display 50 (F-12), and if inharmonious and the possible information on abnormal operation will be memorized to the data storing part 49, it will display on the display 50 simultaneously (F-13). As for the display at the time of abnormalities, indicating by red is desirable. Thus, the operational status of surveillance object equipment can be supervised (F-14).

[0108]

Since surveillance object equipment is supervised to surveillance object equipment on the basis of the peak frequency for which it asked from the output of the direct or admiration sound sensor approached and provided according to the above-mentioned embodiment as explained above, As compared with a surveillance position or circumference noise, setting out of the surveillance position of the 2nd admiration sound sensor and the surveillance of surveillance object equipment can be carried out by the big signal of a S/N ratio. As a result, while being able to supervise with high degree of accuracy about the existence of the normal sound of surveillance object equipment, and an abnormal noise, it can judge automatically.

[0109]

Other than this, with the operating sound of the surveillance object equipment which was SUBJECT in the case of the sound data collection by the 2nd admiration sound sensor, such as a microphone, a discriminating method with the noise from the circumference, Since relation between data collected by the contact state and data collected by the noncontact state is feature-ized, noises, such as an environmental sound, can be measured in the surveillance position which is not received as much as possible. The operational status of surveillance object equipment can be supervised in the surveillance position always defined even if the monitor changed by reading from a data storing part by memorizing and registering data collected on that occasion into a data storing part further again.

[0110]

[Effect of the Invention]

According to this invention, as explained above, it is correctly collectable, and the operating sound from surveillance object equipment can be correctly distinguished from noises, such as an operating sound from other circumference equipment, and can be supervised.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a flow chart for describing one embodiment of the operational status acoustic monitoring method of this invention equipment.

[Drawing 2] It is a circuitry figure for explaining concretely the data collection process for surveillance of drawing 1.

[Drawing 3] It is a frequency response curve figure to the sound pressure level for explaining concretely the right peak frequency extraction means of drawing 2.

[Drawing 4] It is a frequency response curve figure to the output signal sound

pressure level which changed the noncontact type sound input device output of drawing 2 into the digital signal, and conducted frequency analysis.

[Drawing 5]It is a circuitry figure for explaining concretely the right peak frequency extracting processing part of drawing 2.

[Drawing 6]It is a characteristic curve sheet for explaining the peak value of a sound pressure level higher than the average value of the sound pressure level in the perimeter wave number zone of drawing 3.

[Drawing 7]It is a characteristic curve sheet for explaining the peak value of a sound pressure level higher than the average value of the sound pressure level of every specific frequency band of drawing 3.

[Drawing 8]It is a peak waveform figure for explaining the relation of the frequency to the sound pressure level for explaining how to search for the surveillance position information on the noncontact type sound input device of drawing 2.

[Drawing 9]It is a lineblock diagram for explaining the judgment method of the measuring-point quality decision treating part of drawing 2.

[Drawing 10]It is a lineblock diagram of the acoustic monitoring device for explaining the acoustic monitoring process of drawing 1.

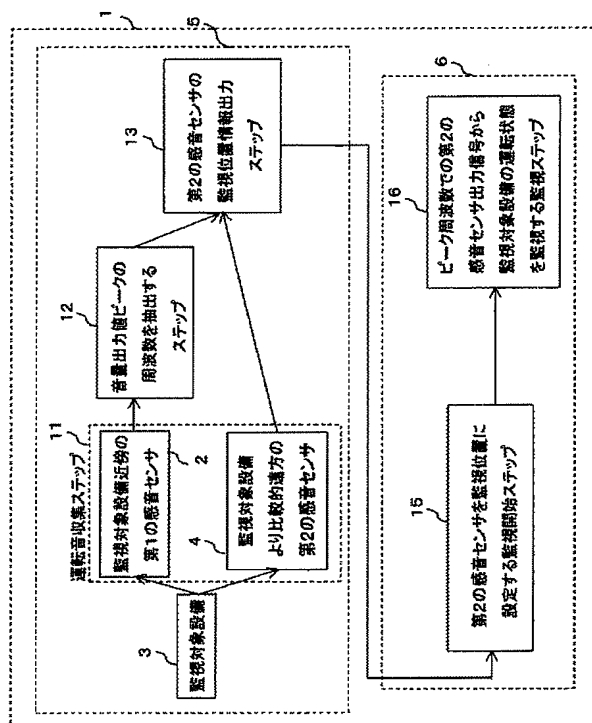
[Drawing 11]It is a lineblock diagram for explaining the decision processing part of drawing 10.

[Drawing 12]It is a flow chart for explaining how to carry out acoustic monitoring of the surveillance object equipment with the acoustic monitoring device of drawing 10.

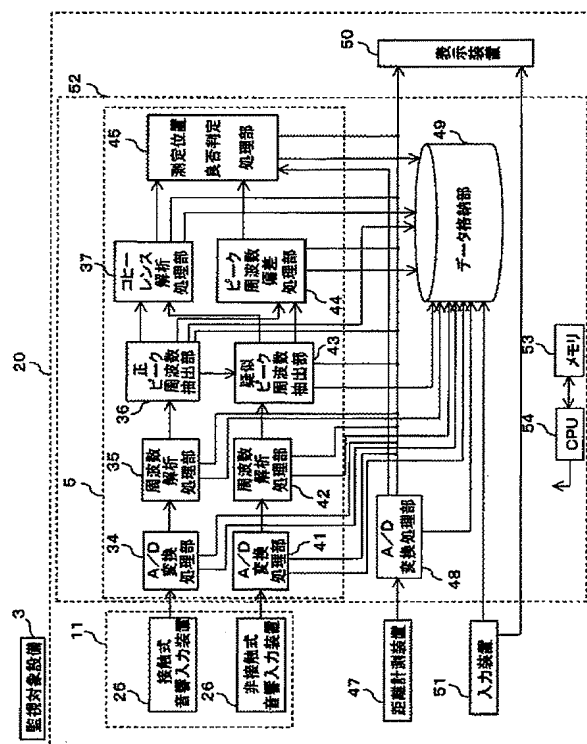
[Description of Notations]

1 -- the operational status monitor method of equipment, and 2 -- the -- The admiration sound sensor of one, and 3 -- it and, [surveillance-object-] 4 -- the -- The admiration sound sensor of two, and 5 -- the data collection process for surveillance, and 6 -- a surveillance process. 11 -- An operating sound collection step, 12 -- A peak frequency extraction step, 13 -- Surveillance position information output step, 15 -- A surveillance start step, 16 -- A surveillance step, 20 -- A data collection device for surveillance, 21 -- The operational status acoustic monitoring device of equipment, 25 -- A contact process sound input device, 26 -- Noncontact type sound input device, 34, 41, 48 -- An A/D conversion treating part, 35 -- A frequency analysis treating part, 36 -- Positive peak frequency extraction part, 37 -- A coherence-analysis treating part, 42 -- A frequency analysis treating part, 43 -- False peak frequency extraction part, 44 [-- A data storing part, 50 / -- A display, 51 / -- An input device, 52 / -- A personal computer, 61 / -- A peak frequency correction processing section, 62 / -- A decision processing part, 65 / -- A distance comparison process part, 66 / -- Retrieving processing part.] -- A peak frequency deviation treating part, 45 -- A measuring-point quality decision treating part, 47 -- A distance measuring device, 49

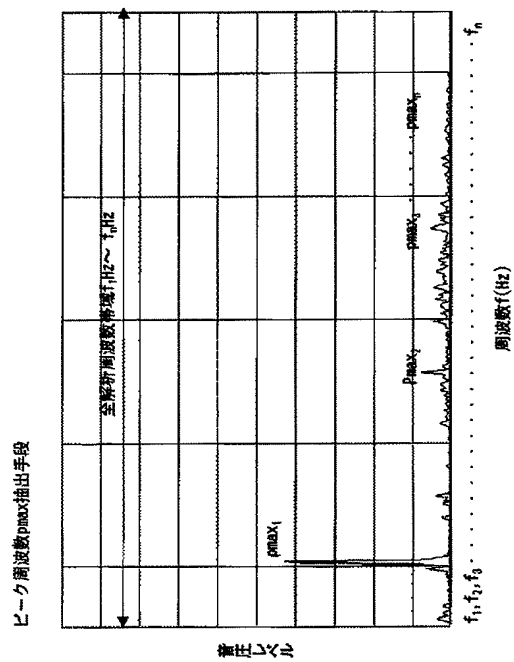
[Drawing 1]



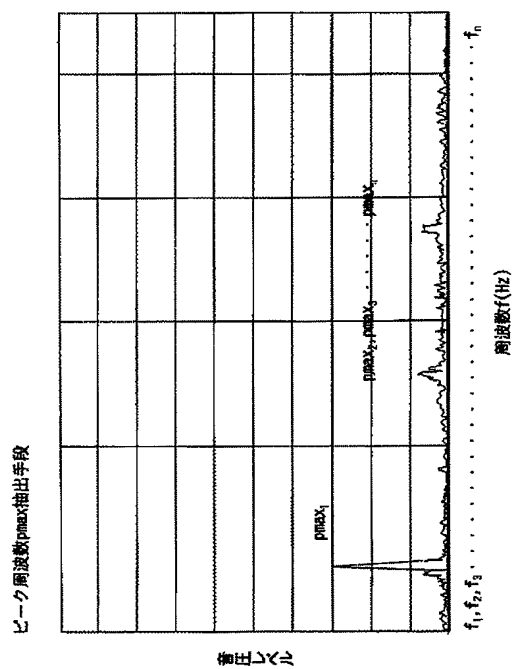
[Drawing 2]



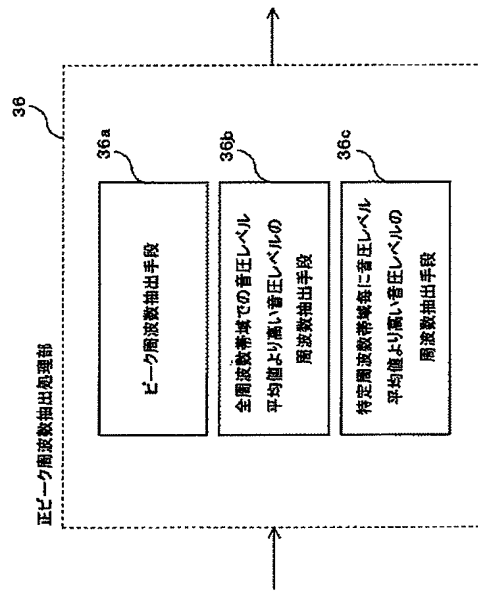
[Drawing 3]



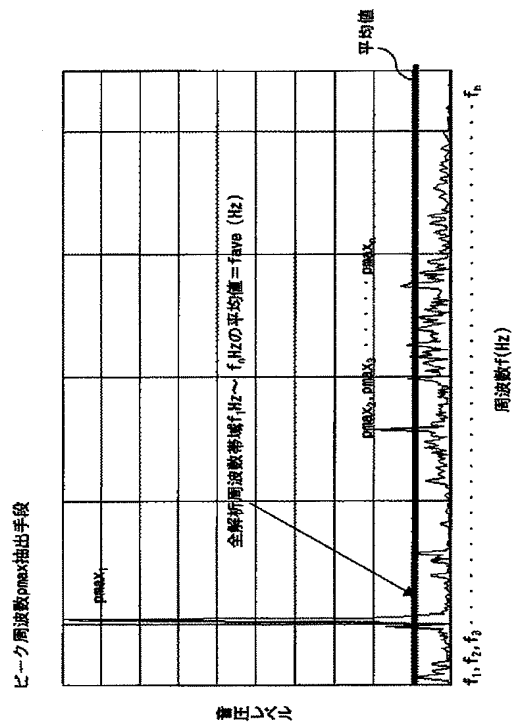
[Drawing 4]



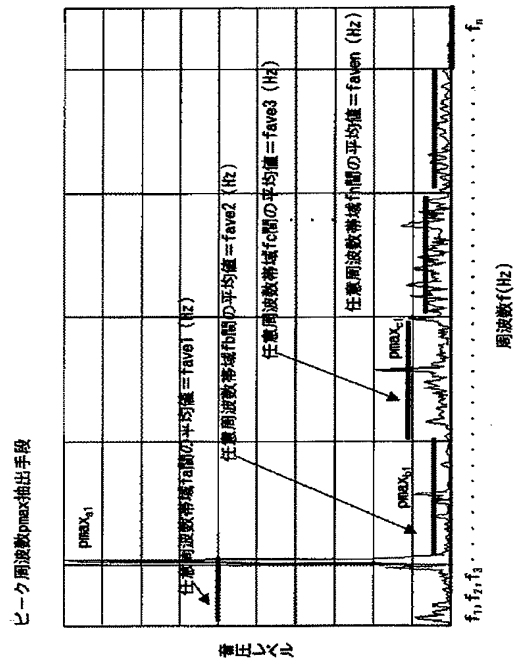
[Drawing 5]



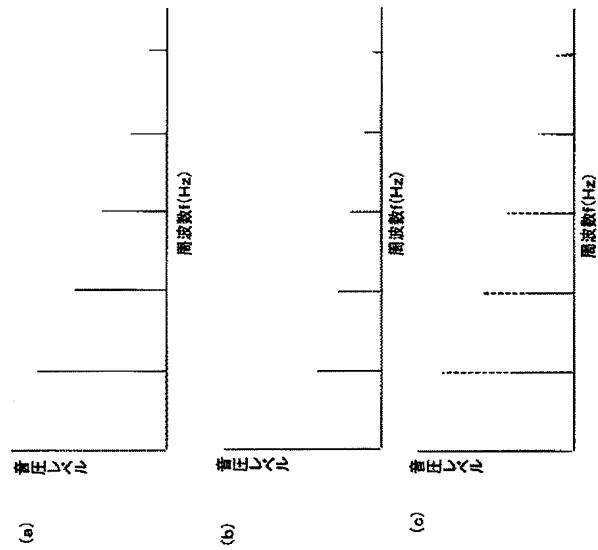
[Drawing 6]



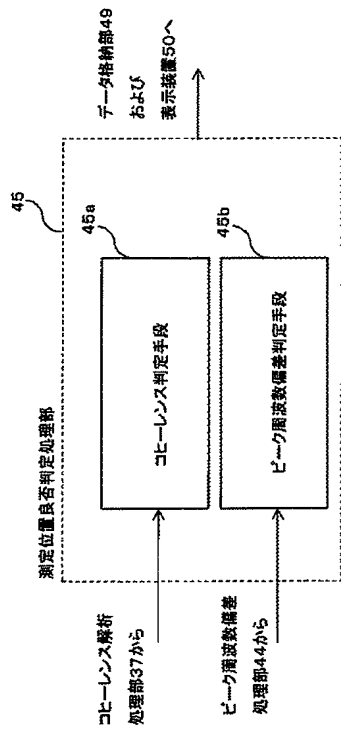
[Drawing 7]



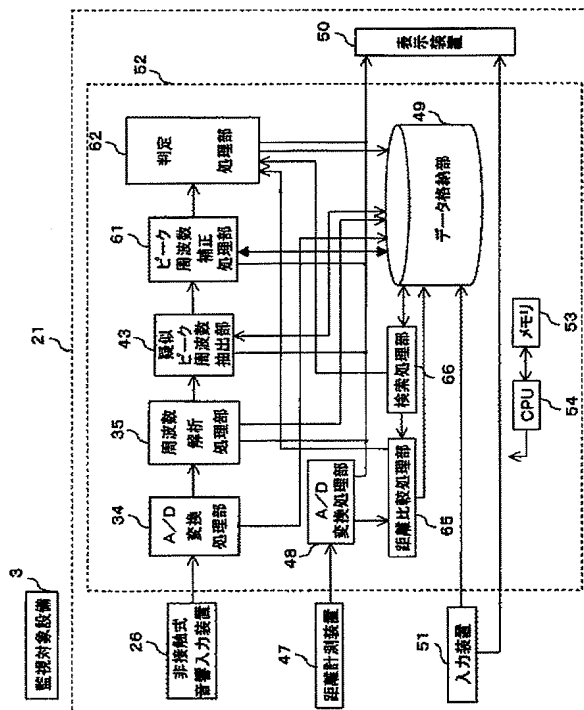
[Drawing 8]



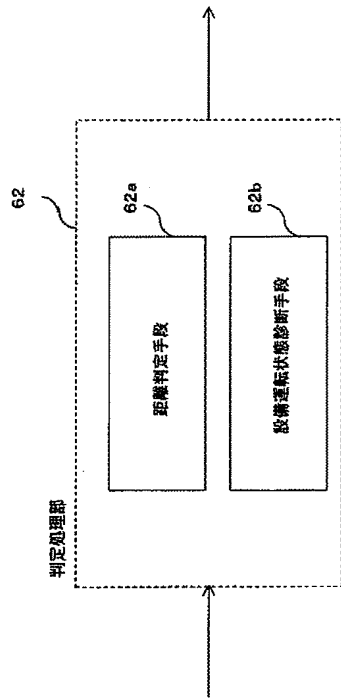
[Drawing 9]



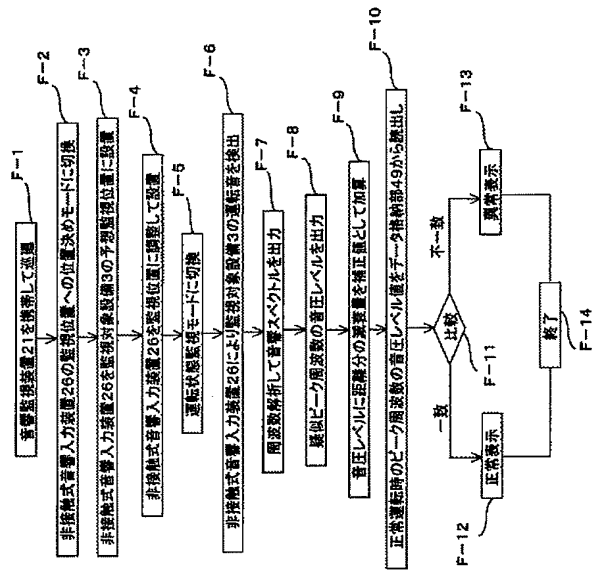
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 12]



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-177359

(P2004-177359A)

(43) 公開日 平成16年6月24日(2004.6.24)

(51) Int. Cl.⁷

GO1M 19/00
GO1H 17/00
GO5B 23/02

F I

GO1M 19/00
GO1H 17/00
GO5B 23/02

テーマコード (参考)

2G024
2G064
5H223

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2002-346640 (P2002-346640)
(22) 出願日 平成14年11月29日 (2002.11.29)

(71) 出願人 000221018
東芝エンジニアリング株式会社
神奈川県川崎市幸区堀川町 6 6 番 2
(74) 代理人 100077849
弁理士 須山 佐一
(72) 発明者 永森 明
神奈川県川崎市幸区堀川町 6 6 番 2 東芝
エンジニアリング株式会社内
(72) 発明者 船本 義洋
神奈川県川崎市幸区堀川町 6 6 番 2 東芝
エンジニアリング株式会社内
F ターム (参考) 2G024 AD01 AD21 AD33 BA15 CA13
FA04 FA11
2G064 AA01 AB15 AB16 AB22 BA28
CC13 CC41 CC53 DD06 DD18
5H223 AA01 EE30 FF04

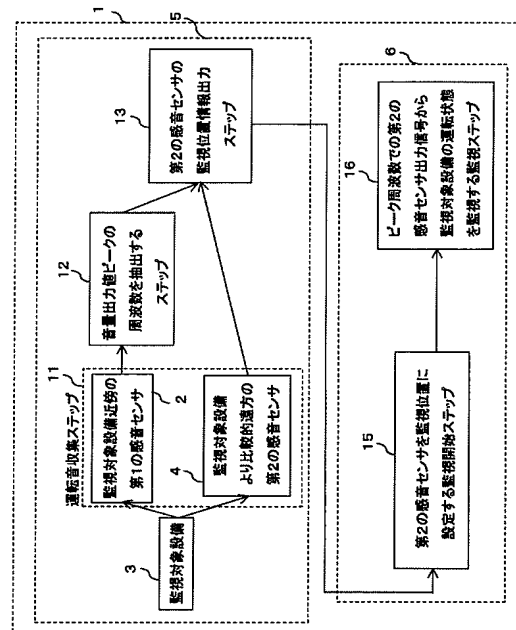
(54) 【発明の名称】 設備の運転状態音響監視方法および設備の運転状態音響監視装置

(57) 【要約】

【課題】 監視対象設備からの運転音を正確に収集でき、他の周囲設備からの運転音などの雑音と正確に区別して監視することができる設備の運転状態監視方法を提供すること。

【解決手段】 監視対象設備 3 からの運転音を比較的前記監視対象設備の近傍に設けた第 1 の感音センサ 2 および遠方に設けた第 2 の感音センサ 4 により収集した各第 1 および第 2 の音量信号を各周波数解析処理した第 1 および第 2 の音響スペクトル情報を得たのち第 1 の音響スペクトル情報でのピーク周波数をデータ格納部に記憶し、第 1 および第 2 の音響スペクトル情報から前記ピーク周波数での第 1 および第 2 の音量出力値を抽出して、比較し、相関を求めることにより第 2 の感音センサ 4 による上記運転音の監視位置を決定して上記データ格納部に記憶し、この監視位置に第 2 の感音センサ 4 を設置して、監視対象設備 3 を監視する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

監視対象設備固有の運転音を第 1 の感音センサにより予め定められた期間、収集して第 1 の運転音信号を出力するステップと、
前記第 1 の運転音信号を周波数解析処理して音量出力値に対する周波数の関係を示す第 1 の音響スペクトル信号を出力するステップと、
前記第 1 の音響スペクトル信号から前記音量出力値がピークを示すピーク周波数およびこのピーク周波数の第 1 の音量出力値を正常運転状態の監視情報として抽出し、予め記憶装置に記憶するステップと、
前記第 1 の感音センサより前記監視対象設備から離れた監視用位置に第 2 の感音センサを設けて前記監視対象設備の運転音を前記予め定められた期間、収集して第 2 の運転音信号を出力するステップと、
前記第 2 の運転音信号を周波数解析処理して音量出力値に対する周波数の関係を示す第 2 の音響スペクトル信号を出力するステップと、
前記記憶装置より読み出された前記ピーク周波数の第 2 の音量出力値を前記第 2 の音響スペクトル信号から抽出するステップと、
前記記憶装置より読み出された前記第 1 の音量出力値および第 2 の音量出力値の相関を求めて前記第 2 の感音センサによる前記監視対象設備の運転状態を監視する監視位置情報を出力し、この監視位置情報を前記記憶装置に記憶するステップと、
監視に際し、前記監視対象設備の前記監視位置情報の位置に監視用感音センサを設けて監視するステップと、
前記監視用感音センサによる監視出力と前記記憶装置に記憶された前記正常運転状態の監視情報と比較することにより前記監視対象設備の異常の有無を監視するステップと
を具備してなることを特徴とする設備の運転状態音響監視方法。

10

20

【請求項 2】

前記第 1 の感音センサの設置位置は、監視対象設備の容器壁面に接触させて設けることを特徴とする請求項 1 記載の設備の運転状態音響監視方法。

【請求項 3】

前記監視位置情報は、第 1 の音響スペクトル信号と第 2 の音響スペクトル信号から前記ピーク周波数における第 1 の音量出力値と第 2 の音量出力値の偏差処理およびコヒーレンス解析処理の少なくとも一方の処理により求めた情報であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の設備の運転状態音響監視方法。

30

【請求項 4】

前記監視位置情報は、第 1 の音量出力値と第 2 の音量出力値の偏差処理およびコヒーレンス解析処理の少なくとも一方の処理により求めた情報が予め定められた範囲になったときに前記監視対象設備から前記第 2 の感音センサまでの距離情報であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項記載の設備の運転状態音響監視方法。

【請求項 5】

前記監視位置情報は、監視対象設備から前記第 2 の感音センサまでの距離情報であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載の設備の運転状態音響監視方法。

40

【請求項 6】

前記正常運転状態の監視情報および前記第 2 の感音センサの前記監視位置情報を表示装置に表示するようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載の設備の運転状態音響監視方法。

【請求項 7】

前記監視対象設備の前記第 2 の感音センサによる監視は、前記第 2 の感音センサによる監視出力から求めた前記ピーク周波数の音量出力値と、前記記憶装置に記憶された前記正常運転状態の監視情報とを比較し、異なる信号を出力したとき異常情報を出力し、前記表示装置に表示するとともに前記記憶装置に記憶することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項記載の設備の運転状態音響監視方法。

50

【請求項 8】

運転音から運転状態が監視される監視対象設備固有の運転音を第 1 の感音センサにより収集し、この第 1 の感音センサより前記監視対象設備から離れた監視用位置に設けた第 2 の感音センサにより収集した第 1 の音量信号および第 2 の音量信号を周波数解析処理して音量出力値に対する周波数の関係を示す第 1 の音響スペクトルおよび第 2 の音響スペクトル情報、前記第 1 の音響スペクトルにおけるピーク周波数情報および前記第 1 の音響スペクトルにおける前記ピーク周波数での第 1 の音量出力値が抽出され正常運転状態を示す情報が記憶される記憶装置と、

前記第 2 の音響スペクトル情報から前記ピーク周波数の第 2 の音量出力値が抽出され、前記第 1 の音量出力値および第 2 の音量出力値を比較して相関があれば第 2 の感音センサの位置を前記監視対象設備の監視位置として前記記憶装置に記憶する手段と、

前記記憶装置に記憶された前記監視位置情報を読み出し、この監視位置に設けられた前記第 2 の感音センサにより前記監視対象設備の運転音を監視し、前記第 2 の感音センサが監視した監視音量信号と前記記憶装置に記憶された前記正常運転状態を示すデータと比較して異常の有無を判定する手段と

を具備してなることを特徴とする設備の運転状態音響監視装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は設備の運転音を収集して監視する設備の運転状態音響監視方法および設備の運転状態音響監視装置に関する。

20

【0002】

【従来の技術】

発電プラント、化学プラント、機器など設備の運転状態の監視は、監視員が巡廻し、各設備特有の運転音を聞くことにより行われている。即ち、巡視、点検等日常のパトロールで行われている設備の運転状態の確認法は、その扱いやすさから人の聴覚を活用した音響診断が広く使われている。

【0003】

しかしながら、聴覚を活用した音響診断は、設備機器から発生する正常運転時の音の大きさや音色を十分に記憶しておく必要があり、設備を恒常的に監視している熟練した監視員でなければ行えない作業であった。また、熟練した監視員が判断した音響診断状態、情感や結果を別の監視員に伝えることが難しく、異常の発生を検出する診断法としては扱いやすい反面で技術伝承し難い一面もあった。このため、これまでの音響診断の課題を解決するために、熟練技術者以外でも容易に扱えるような音響診断の取り組みが試行され始めている。

30

【0004】

人によらない音響診断法としては、監視員の聴覚判断に置き換えて、各設備から発生する特有の音を収録して周波数解析を行い、設備機器から発生する正常音の大きさや音色を定量的に表して、予め設定された異常音と思われる状態の信号と比較することにより設備機器の異常発生の有無を判断する方法がある。

40

【0005】

しかしながら、大型のプラントでは、依然として監視員により定期的に設備の巡視点検も行われており、この巡視点検の際に、周波数解析を活用した音響診断を行うためには、マイクロホンと小型録音装置からなる音響診断器を携帯して監視対象設備の音を収集する必要がある。その際に、マイクロホンは、監視対象設備に対して一定の距離を持った位置で収録しているために、上記音響診断器は、監視対象設備からの距離が長くなるにつれて検出した運転音が減衰し、逆に環境音等のノイズが大きくなるため、S/N比が悪くなり監視対象設備の運転音を正確に捕捉しているのか、周囲からの雑音により監視対象設備の運転状態を判別しているのか、正確な監視を行うことが困難であった。

【0006】

50

周囲のノイズ対策として、設備の異常音のピーク周波数を監視周波数とし、この監視周波数での外来音を除去して監視する監視方法が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。さらに、マイクロホンなどにより収集した情報について、音の大きさを音響信号のレベルとして、あるいは音色を周波数成分として監視し、異常検知する装置が記載されている（例えば、特許文献2参照。）。

【0007】

【特許文献1】

特開平9-229762号公報（[0023]～[0028]図4，図5）。

【特許文献2】

特開平11-118593号公報（[0004]，[0005]）。

10

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、設備を管理している監視員からは、各種プラントや多種機器などの設備においては、当該監視対象設備の近隣に他の設備が多数運転されており、これら設備と正確に区別し、監視対象設備の異常の有無を正確に判定できる監視技術が望まれている。

【0009】

本発明は、係る従来の問題を解決すべくなされたもので、監視対象設備からの運転音を正確に収集でき、他の周囲設備からの運転音などの雑音と正確に区別して監視することができる設備の運転状態監視方法および設備の運転状態音響監視装置を提供することを目的とする。

20

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記の目的を達成するため、次の構成からなる設備の運転状態音響監視方法および設備の運転状態音響監視装置を提供するものである。

【0011】

本発明の設備の運転状態音響監視方法は、監視対象設備固有の運転音を第1の感音センサにより予め定められた期間、収集して第1の運転音信号を出力するステップと、前記第1の運転音信号を周波数解析処理して音量出力値に対する周波数の関係を示す第1の音響スペクトル信号を出力するステップと、前記第1の音響スペクトル信号から前記音量出力値がピークを示すピーク周波数およびこのピーク周波数の第1の音量出力値を正常運転状態の監視情報として抽出し、予め記憶装置に記憶するステップと、前記第1の感音センサより前記監視対象設備から離れた監視用位置に第2の感音センサを設けて前記監視対象設備の運転音を前記予め定められた期間、収集して第2の運転音信号を出力するステップと、前記第2の運転音信号を周波数解析処理して音量出力値に対する周波数の関係を示す第2の音響スペクトル信号を出力するステップと、前記記憶装置より読み出された前記ピーク周波数の第2の音量出力値を前記第2の音響スペクトル信号から抽出するステップと、前記記憶装置より読み出された前記第1の音量出力値および第2の音量出力値の相関を求めて前記第2の感音センサによる前記監視対象設備の運転状態を監視する監視位置情報を出力し、この監視位置情報を前記記憶装置に記憶するステップと、監視に際し、前記監視対象設備の前記監視位置情報の位置に監視用感音センサを設けて監視するステップと、前記監視用感音センサによる監視出力と前記記憶装置に記憶された前記正常運転状態の監視情報と比較することにより前記監視対象設備の異常の有無を監視するステップとを具備してなることを特徴とする。

30

40

【0012】

この発明によれば、監視対象設備近傍に設けた感音センサからの運転音情報から得たピーク周波数を監視周波数として第2の感音センサ出力信号により監視するので、監視対象設備からの運転音を正確に収集でき、他の周囲設備からの運転音と正確に区別して監視することができる。さらに、監視位置情報が出力されるので、設備を監視する監視員が巡廻して監視する際、第2の感音センサを持参することにより、当該監視対象設備において、監視位置に第2の感音センサを設けることができ、固定の場合も、監視員が持参する場合も

50

、監視員が変更されても同一条件で監視することができる。

【0013】

前記第1の感音センサの設置位置は、監視対象設備の容器壁面に接触させて設けるので、監視対象設備からの運転音を正確に収集でき、他の周囲設備からの運転音などの環境音と正確に区別して監視することができる。

【0014】

前記監視位置情報は、第1の音響スペクトル信号と第2の音響スペクトル信号から前記ピーク周波数における第1の音量出力値と第2の音量出力値の偏差処理およびコヒーレンス解析処理の少なくとも一方の処理により求めた情報であるので、監視の都度、第2の感音センサの設置位置を自動的に確認することができる。

10

【0015】

前記監視位置情報は、第1の音量出力値と第2の音量出力値の偏差処理およびコヒーレンス解析処理の少なくとも一方の処理により求めた情報が予め定められた範囲になったときに前記監視対象設備から前記第2の感音センサまでの距離情報であるので、監視の都度、記憶装置から監視位置情報を読み出し、読み出された監視位置に第2の感音センサを設置でき、監視者が変更されても同一条件で監視することができる。

【0016】

前記監視対象設備の前記第2の感音センサによる監視は、前記第2の感音センサによる監視出力から求めた前記ピーク周波数の音量出力値と、前記記憶装置に記憶された前記正常運転状態の監視情報とを比較し、異なる信号を出力したとき異常情報を出力し、前記表示装置に表示するとともに前記記憶装置に記憶するので、前記監視対象設備から離れた位置の第2の感音センサでも、監視対象設備に至近の第1の感音センサから抽出したピーク周波数に基づく音量出力値から判定するため、雑音に影響されず安定して監視対象設備の運転音を、監視することができる。

20

【0017】

前記ピーク周波数の抽出は、前記第1の感音センサ出力信号を周波数解析処理することにより求められた音量出力値に対する周波数の曲線図から前記音量出力値がピークを示す周波数を出力することであるので、監視対象設備の運転音を直接又は近傍位置からのピーク周波数であり、監視対象設備からの運転音を正確に収集でき、他の周囲設備からの運転音などの環境音と正確に区別して監視することができる。

30

【0018】

前記監視位置情報の出力は、前記第1および第2の感音センサ出力信号をそれぞれ周波数解析処理することにより作成された各音量信号に対する周波数特性曲線図情報から前記ピーク周波数における各音量信号値のコヒーレンス解析処理することにより、前記第2の感音センサの監視位置情報を出力するので、第2の感音センサをいつでも前記監視位置に設置して同一条件での監視対象設備の運転状態を監視することができる。

【0019】

前記監視位置情報は、監視対象設備から前記第2の感音センサまでの距離情報であるので、この距離情報を記憶しておくことにより監視者が交代しても常に同一状態に近い状態で監視対象設備の運転状態を、監視をすることができる。

40

【0020】

前記正常運転状態の監視情報および前記第2の感音センサの前記監視位置情報を表示装置に表示するようにしたので、前記記憶装置から前記監視位置情報を読み出し、表示装置に表示し、この監視位置に第2の感音センサを既定位置に設置することができる。従って、監視員が誰であっても、監視対象設備に第1の感音センサを接触させたときと同様に同一条件で監視対象設備の運転状態を第2の感音センサにより監視することができる。

【0021】

前記監視対象設備の前記第2の感音センサによる監視は、前記第2の感音センサによる監視出力から求めた前記ピーク周波数の音量出力値と、前記記憶装置に記憶された前記正常運転状態の監視情報とを比較し、異なる信号を出力したとき異常情報を出力し、前記表示

50

装置に表示するとともに前記記憶装置に記憶するので、監視対象設備に第1の感音センサを接触させたときと同様に運転状態異常の発生を第2の感音センサにより正確に監視することができる。

【0022】

本発明の設備の運転状態音響監視装置は、運転音から運転状態が監視される監視対象設備固有の運転音を第1の感音センサにより収集し、この第1の感音センサより前記監視対象設備から離れた監視用位置に設けた第2の感音センサにより収集した第1の音量信号および第2の音量信号を周波数解析処理して音量出力値に対する周波数の関係を示す第1の音響スペクトルおよび第2の音響スペクトル情報、前記第1の音響スペクトルにおけるピーク周波数情報および前記第1の音響スペクトルにおける前記ピーク周波数での第1の音量出力値が抽出され正常運転状態を示す情報が記憶される記憶装置と、前記第2の音響スペクトル情報から前記ピーク周波数の第2の音量出力値が抽出され、前記第1の音量出力値および第2の音量出力値を比較して相関があれば第2の感音センサの位置を前記監視対象設備の監視位置として前記記憶装置に記憶する手段と、前記記憶装置に記憶された前記監視位置情報を読み出し、この監視位置に設けられた前記第2の感音センサにより前記監視対象設備の運転音を監視し、前記第2の感音センサが監視した監視音量信号と前記記憶装置に記憶された前記正常運転状態を示すデータと比較して異常の有無を判定する手段とを具備してなることを特徴とする。

10

【0023】

この発明によれば、周囲に運転中の他の設備があっても監視対象設備からの運転音を正確に収集でき、他の周囲設備からの運転音と正確に区別して監視することができる。

20

【0024】

前記第1の音量信号におけるピーク周波数は、前記音量出力値に対する周波数の関係を示す曲線図において前記音量出力値がピークを示す周波数であるので、周囲雑音に比較してS/N比の大きな信号で、監視位置への第2の感音センサの設置や監視対象設備の監視を正確に行うことができる。

【0025】

【発明の実施の形態】

次に、本発明に係る設備の運転状態監視方法の実施形態を、図1～図12を参照して具体的に説明する。まず、設備の運転状態監視方法の全体を理解するために図1のフローチャートを参照して説明する。

30

【0026】

この設備の運転状態監視方法の特徴は、比較的周囲の雑音に影響されず監視対象設備固有の運転音を検出するために、監視対象設備に接触又は近接させて第1の感音センサを設けて第2の感音センサ用監視データを得ることである。さらに、設備の運転状態監視方法の特徴は、第1の感音センサにより監視する状態と実質的に同一条件で、第1の感音センサより監視対象設備から離れた監視用位置に第2の感音センサ4を設けて監視できるようにすることである。さらに、設備の運転状態監視方法の特徴は、第1の感音センサにより監視する状態と実質的に同一条件を出力するために第1の感音センサ出力の運転音信号からピーク周波数を求め、このピーク周波数を運転音信号と定め、監視用として使用する第2の感音センサの監視位置および監視対象設備の運転音監視のための判定用信号を出力することである。

40

【0027】

このような設備の運転状態音響監視方法1は、図1に示すもので第1の感音センサ2を監視対象設備3に直接又は近接して設置し監視対象設備3固有の運転音を収集する状態と、実質的に同一条件で第1の感音センサより監視対象設備3から離れた監視用位置に設けた第2の感音センサ4により監視できるようにするための監視用データを収集する監視用データ収集工程5と、収集された監視用データを基に監視対象設備3の運転状態を監視する監視工程6とからなる。

【0028】

50

監視用データ収集工程 5 は、監視対象設備 3 からの運転音を監視対象設備 3 の比較的近傍に設けた第 1 の感音センサ 2 および遠方に設けた第 2 の感音センサ 4 により収集して運転音信号を出力する運転音収集ステップ 1 1 と、第 1 の感音センサ 2 の出力信号から第 1 の音量出力値のピークを示すピーク周波数を抽出するピーク周波数抽出ステップ 1 2 と、第 2 の感音センサ 4 の出力信号から上記ピーク周波数の第 2 の音量出力値を抽出し、第 1 および第 2 の音量出力値から第 2 の感音センサ 4 による監視対象設備 3 の運転状態を監視する監視位置情報を監視用データとして出力する監視位置情報出力ステップ 1 3 とからなる。

【0029】

監視工程 6 は、上記監視用データを基に第 2 の感音センサ 4 のみにより監視対象設備 3 の運転状態を監視する方法で、第 2 の感音センサ 4 を監視位置情報の位置に設定する監視開始ステップ 1 5 と、第 2 の感音センサ 4 の出力信号からピーク周波数の音量出力値を監視することにより監視対象設備 3 の運転状態を監視する監視ステップ 1 6 とからなる。

【0030】

監視対象設備 3 は、例えば発電プラント、化学プラント、機器などの設備であり、運転状態が監視される運転中の装置である。第 1 の感音センサ 2 は、監視対象設備 3 の監視対象部に直接又は近傍に設けられ、運転音を電気信号に変換する素子で、例えば、加速度センサ、圧電センサ、スピーカなどである。監視対象設備 3 の近傍とは、監視対象設備 3 において特に故障が予想される部分に直接又は容器壁面に直接接触又は僅かに離れた位置であり、周囲の他の設備からの運転音などの雑音に対してより大きな S/N 比で監視対象設備 3 の運転音を検出できる位置である。

【0031】

第 2 の感音センサ 4 は、日常の監視用として使用するセンサで監視対象設備 3 の運転音を電気信号に変換する素子で、例えばマイクロホンであり、監視員が監視のために巡廻する例えば安全通路、安全地帯などで監視対象設備 3 に近い位置に設けられる。第 2 の感音センサ 4 は、第 1 の感音センサ 2 に比較して監視対象設備 3 から遠方の位置に設けられ、その分、周囲の設備からの運転音や工事の作業音などが雑音として大きな音量で検出され、逆に、監視対象設備 3 からの運転音の検出音量は遠方の距離分減衰した音量を出力する。監視用データ収集工程 5 の第 2 の感音センサ 4 と監視工程 6 の第 2 の感音センサ 4 とを同一符号で説明されているが、同一感音センサでもよいし、他の感音センサでもよく、監視用データ収集工程 5 の第 2 の感音センサ 4 は、監視工程 6 での第 2 の感音センサ 4 の監視位置条件を出力するためのものである。

【0032】

運転音収集ステップ 1 1 は、監視対象設備 3 の運転音を周囲の他の設備からの運転音や作業音など環境音より大きい信号で出力する。従って、第 1 の感音センサ 2 および第 2 の感音センサ 4 には、監視対象設備 3 の運転音を良い S/N 比で出力するための手段として例えば指向性を持たせるためのフードが設けられることが望ましい。

【0033】

ピーク周波数抽出ステップ 1 2 は、第 1 の感音センサ 2 の出力信号をデジタル信号に変換したのち、周波数解析処理をして音量出力値に対する周波数との関係を示す特性曲線図の第 1 の音響スペクトルを作成し、この第 1 の音響スペクトルから第 1 の音量出力値がピークとなるピーク周波数を抽出する。この第 1 の音響スペクトルのピーク周波数は、監視対象設備 3 に最も近い位置から収集した運転音信号から得た周波数であり、監視対象設備 3 の運転音の特徴を表した電気情報の特徴音である。

【0034】

監視位置情報出力ステップ 1 3 は、実質的に第 1 の感音センサ 2 により監視しているように第 2 の感音センサ 4 の監視位置情報を出力して記憶装置に記憶し、第 2 の感音センサ 4 による監視対象設備 3 の運転音の監視を可能にする工程である。監視開始ステップ 1 5 は、記憶装置に記憶された監視位置情報からの監視位置又は監視位置情報出力ステップ 1 3 に基づき得られた監視位置に、第 2 の感音センサ 4 のみを設置する。監視ステップ 1 6 は

、第2の感音センサ4により検出された運転音信号から上記ピーク周波数の音量出力値を抽出し、抽出した音量出力値を監視することにより監視対象設備3の運転状態を監視する。

【0035】

即ち、設備の運転状態音響監視方法1は、周囲からの環境音など雑音による誤監視を防止するために、基礎データとして、監視対象設備3に直接接触させた第1の感音センサ2から監視対象設備3運転音の特徴をピーク周波数で出力し、比較的遠方に設けられた第2の感音センサ4が検出した音量出力値に対する周波数との関係を示す特性曲線図はS/N比が悪くなるが、この特性曲線図から上記ピーク周波数に相当する音量出力値を監視することにより雑音に強い監視対象設備3の運転状態を監視することができる。雑音に強い監視対象設備3の運転状態の監視とは、監視対象設備3の異常動作を見落とすことなく検出することができることである。

10

【0036】

監視対象設備固有の運転音の収集手段としては、監視対象設備に接触、監視対象設備のハウジングに第1の感音センサを接触させたときと、監視位置において第2の感音センサにより運転音を収集したときの正常運転時のピーク周波数とが異なる場合、接触せず、監視対象設備の監視対象音発生部近傍が望ましい。

【0037】

次に、図1の具体的実施形態を、図2～図12を参照して説明する。図1と同一部分には、同一符号を使用して説明する。図2は、監視用データ収集工程5を実施するための監視用データ収集装置20を説明するための回路構成図である。この実施形態は、監視対象設備3の運転状態を監視するために日常監視用として使用する第2の感音センサ4の監視位置情報を出力するための監視用データ収集装置20と、この監視用データ収集装置20から得られた監視用データの基に監視対象設備3の運転状態を監視するための設備の運転状態音響監視装置21とからなる。監視用データ収集装置20の実施形態は、図2に示されており、設備の運転状態音響監視装置21の実施形態は図10に示されている。

20

【0038】

先ず、監視用データ収集装置20の実施形態を説明する。監視対象設備3の運転状態は、運転音により監視され、この運転音は第1の感音センサ2および第2の感音センサ4により検出される。第1の感音センサ2は、監視対象設備3固有の運転音を収集するために監視対象部近傍に設定されるもので、例えば接触式音響入力装置25として加速度センサが監視対象部近傍の壁面に接触させて設けられる。第2の感音センサ4は、監視対象設備3の監視対象部から第1の感音センサ2より離れた監視用位置例えば安全地帯に設けられるもので非接触式音響入力装置26として例えばマイクロホンが設けられる。第1の感音センサ2および第2の感音センサ4により運転音収集ステップ11が行われる。第1の感音センサ2および第2の感音センサ4による監視対象設備3の運転音の収集期間は、予め定められた期間が望ましい。

30

【0039】

接触式音響入力装置25の出力端子には、アナログ信号をデジタル信号に変換するためのA/D変換処理部34が接続され、A/D変換処理部34の出力端子にはデジタル信号に変換された運転音信号から音量出力値に対する周波数の関係を示す音響スペクトル信号例えば図3に示すような音圧レベルに対する周波数特性曲線図を作成するための周波数解析処理部35に接続されている。周波数解析処理部35の出力端子には、上記周波数特性曲線図において監視対象設備3の運転音の特徴を表しているピーク特性を示す波形のピーク周波数を抽出するための正ピーク周波数抽出部36が接続されている。正ピーク周波数抽出部36の出力端子には、非接触式音響入力装置26の監視位置を出力するためのコヒーレンス解析処理部37が接続されている。

40

【0040】

他方、非接触式音響入力装置26の出力端子には、アナログ信号をデジタル信号に変換するためのA/D変換処理部41が接続され、A/D変換処理部41の出力端子にはデジタ

50

ル信号に変換された運転音の信号から音量出力値に対する周波数の関係を示す音響スペクトル信号例えば図4に示すような音圧レベルに対する周波数特性曲線図を作成するための周波数解析処理部42に接続されている。図4の周波数特性曲線図の音圧レベル値は、図3の周波数特性曲線図の音圧レベルのピーク値に比較して監視対象設備3から遠方の距離に相当する離間分、減衰した音圧レベルが検出されている。

【0041】

周波数解析処理部42の出力端子には、上記周波数特性曲線図において上記ピーク周波数に相当する音圧レベルを疑似ピーク周波数の音圧レベルとして出力するための疑似ピーク周波数抽出部43が接続されている。疑似ピーク周波数抽出部43の出力端子には、上記ピーク周波数と疑似ピーク周波数の音圧レベル値の差を出力するためのピーク周波数偏差処理部44が接続されている。コヒーレンス解析処理部37およびピーク周波数偏差処理部44の出力から非接触式音響入力装置26の測定位置情報を出力するための測定位置良否判定処理部45が接続されている。

10

【0042】

設備の運転状態音響監視装置21には、監視対象設備3と非接触式音響入力装置26間の距離を測定するために距離計測装置47例えばレーザ測距装置が設けられている。測定された距離情報は、監視対象設備3を監視する際に非接触式音響入力装置26を設置するための位置を示す。距離計測装置47の出力端子には、測定された距離情報をデジタル信号に変換するためのA/D変換処理部48が接続され、A/D変換処理部48出力の距離情報は、測定位置良否判定処理部45に出力されるように接続されている。各処理部、抽出部の出力は記憶するための記憶装置例えばデータ格納部49および表示装置50に接続されている。

20

【0043】

さらに、設備の運転状態音響監視装置21には、監視対象設備3の名称、設置場所(番地)、監視年月日時、監視者名などデータ格納部49に記憶する情報そして表示装置50に表示する内容の選択情報などを入力するために入力装置51が設けられている。

【0044】

監視対象設備3、接触式音響入力装置25、非接触式音響入力装置26、距離計測装置47、入力装置51、表示装置50以外のブロック図は、点線で囲み、この点線で囲まれた部分は、コンピュータ例えばパソコン52により構成することができる。パソコン52で構成した場合、上記各動作手順は、メモリ53に予め記憶されたプログラムで動作するCPU(制御装置)54により制御される。このようにして監視用データ収集装置20が構成されている。

30

【0045】

接触式音響入力装置25は、監視対象設備3から発せられる運転音の音響信号を運転音信号として電気信号に変換する第1の感音センサ2例えば加速度センサで、監視対象設備3の監視対象部分のカバーに着脱自在に取り付けるための手段として例えばマグネット、棒状治具などが一体に設けられたセンサ等である。非接触式音響入力装置26は、監視対象設備3から発せられる運転音の音響信号を比較的離れた位置例えば監視員の巡廻位置で運転音信号として検出する第2の感音センサ4で携帯便利で操作が容易な例えばマイクロホン等である。

40

【0046】

距離計測装置47は、測定位置良否判定処理部45が非接触式音響入力装置26の監視位置を出力したときCPU54は距離計測装置47を制御して監視対象設備3から接触式音響入力装置25あるいは非接触式音響入力装置26までの距離を計測させ、デジタル信号に変換した現在の距離情報を、非接触式音響入力装置26の監視位置を出力する測定位置良否判定処理部45に送信する。距離計測装置47は、レーザ測距装置に限らず、他の距離計でも巻尺などでもよく、この場合、測定した距離は、入力装置51から入力して距離情報としてデータ格納部49に登録する。距離情報は、非接触式音響入力装置26の監視位置を示す情報であり、次の監視に際し非接触式音響入力装置26を設置できる情報で

50

あれば何れでもよく、例えば監視対象設備 3 の基準位置からの方向を示す情報、距離などである。

【0047】

CPU 54 は、デジタル化された運転音信号や上記距離情報などを監視対象設備 3 に関連付けてデータ格納部 49 に記憶し、要求されたとき読み出すと、同時に表示装置 50 に表示する制御などをする。入力装置 51 は、監視対象設備 3 の名称、監視対象設備の設置されている位置（番地）、測定年月日時、監視員名などの入力情報を監視員がパソコン 52 に入力する端末で例えばパソコン用キーボードであり、CPU 54 はキーボードから入力された入力情報を、データ格納部 49 に、監視対象設備 3 の運転音情報に関連付けて記憶すると同時に表示装置 50 に表示する。

10

【0048】

A/D（アナログ／デジタル）変換処理部 34、41 は、接触式音響入力装置 25 および非接触式音響入力装置 26 が検出した、監視対象設備 3 の運転音情報であるアナログの音響信号をデジタル形式の音響情報に変換するものである。

【0049】

周波数解析処理部 35、42 は、CPU 54 がデジタル化された運転音信号を高速フーリエ変換により周波数解析して音量出力値に対する周波数の関係を示す音響スペクトル信号を出力するもので、例えば図 3 および図 4 に示すような音圧レベルに対する周波数との関係を示す特性曲線図を出力する。音量出力値に対する周波数の関係は、図 3 および図 4 に示すようなグラフに限らず、表にしてもよい。

20

【0050】

正ピーク周波数抽出部 36 は、周波数解析処理部 35 により算出した接触式音響入力装置の音響スペクトルを元に音圧レベルがピークを示すピーク周波数例えば複数のピーク周波数を抽出するものである。CPU 54 は、図 3 および図 4 に示すような音圧レベルに対する周波数特性曲線図において、音圧レベルが正方向に突出した波形（ P_{max_1} 、 P_{max_2} 、 P_{max_3} … P_{max_n} ）を示す周波数情報を抽出して、コヒーレンス解析処理部 37、疑似ピーク周波数抽出部 43 などに出力すると、同時にデータ格納部 49 に記憶し、表示装置 50 に表示する制御をする。

【0051】

正ピーク周波数抽出部 36 は、図 5 に示すように構成することもできる。図 3 において音圧レベルがピークを示すピーク周波数抽出手段 36a と、図 6 において全周波数帯域での音圧レベル平均値より高い音圧レベルのピークを示す周波数抽出手段 36b と、図 7 において特定周波数帯域毎に音圧レベルの平均値より高い音圧レベルのピークを示す周波数抽出手段 36c などの何れかを監視対象設備 3 の環境に応じて選択できるように構成することができる。例えば、正ピーク周波数抽出部 36 は、隣接する監視対象設備 3 間の距離が離れており、非接触式音響入力装置 26 により S/N 比のよい監視ができる場合、ピーク周波数抽出手段 36a を選択する。正ピーク周波数抽出部 36 は、隣接する監視対象設備 3 間の距離が近く非接触式音響入力装置 26 により S/N 比が悪い場合、特定周波数帯域毎に音圧レベル平均値より高い音圧レベルの周波数抽出手段 36c を選択することが望ましい。中間の S/N 比の場合、正ピーク周波数抽出部 36 は、全周波数帯域での音圧レベル平均値より高い音圧レベルのピークを示す周波数抽出手段 36b を選択することが望ましい。上記正ピーク周波数抽出部 36 は、周波数抽出手段 36a、36b、36c のうち何れか一つの手段により構成してもよい。

30

40

【0052】

接触式音響入力装置 25 により収集処理した音響スペクトルを基にピーク周波数を抽出する手段としては、例えば図 3 に示すように全解析周波数帯域から周波数レベルの大きい順に任意数のピーク周波数を抽出する方法と、図 6 に示すように全解析周波数帯域の平均値を算出して、平均値より周波数レベルの大きい周波数をピーク周波数として抽出する方法と、図 7 に示すように任意の解析周波数帯域毎に平均値を算出して平均値より周波数レベルの大きい周波数をピーク周波数として抽出する方法などによりピーク周波数を抽出する

50

。

【0053】

この結果、接触式音響入力装置25により収集処理した音響スペクトルからピーク周波数の抽出は、図3に示すように全解析周波数帯域の中から音圧レベルが大きいピークを示す周波数を任意の数だけ抽出することにより、監視対象設備3の正常運転音の特徴的な周波数成分を抽出できる。また、ピーク周波数の抽出は、図6に示すように全解析周波数帯域での音圧レベルの平均値を算出して、平均値より音圧レベルの大きい周波数をピーク周波数として抽出することができる。さらに、全解析周波数帯域で各周波数の高さの平均値を算出して、算出した平均値より高い周波数をピーク周波数とすることにより非接触式音響入力装置26により検出可能な範囲を導き出す際の指標とするデータを抽出することができ

10

【0054】

ピーク周波数抽出手段36aは、CPU54が図3に示す音圧レベルに対する周波数特性曲線図において全解析周波数帯域の中から、周波数の高い順にピーク周波数 P_{max1} , P_{max2} , P_{max3} ... P_{maxn} を抽出し、コヒーレンス解析処理部37および疑似ピーク周波数抽出部43に出力する。

【0055】

全周波数帯域での音圧レベル平均値より高い音圧レベルのピークを示す周波数抽出手段36bは、CPU54が図6に示す音圧レベルに対する周波数特性曲線図において、全解析周波数帯域の平均値を数式1により算出して、算出した平均値を示す直線Sより高いピーク周波数 P_{max1} , P_{max2} , P_{max3} ... P_{maxn} を抽出し、コヒーレンス解析処理部37および疑似ピーク周波数抽出部43に出力する。特定周波数帯域毎に音圧レベルの周波数抽出手段とを実行する。

20

【0056】

特定周波数帯域毎に求められた音圧レベルの平均値より高い音圧レベルのピークを示す周波数抽出手段36cは、CPU54が図7に示す音圧レベルに対する周波数特性曲線図において任意の解析周波数帯域毎に複数に分割し、各解析周波数帯域毎に直線Sで示された平均値を数式2により算出して、各解析周波数帯域毎に算出した平均値Sより高いピーク値を示す音圧レベル P_{maxa1} , P_{maxb1} , P_{maxc1} ... P_{maxn1} の周波数をピーク周波数として抽出し、コヒーレンス解析処理部37および疑似ピーク周波数抽出部43に出力する。

30

【0057】

〔数式1〕

全解析周波数帯域の平均値算出式

解析周波数帯域... $f_1 \sim f_n$

周波数帯域数... N

平均値... f_{ave}

ピーク周波数での音圧レベル... $p_{max1} \sim p_{maxn}$

$f_1 + f_2 + \dots + f_n / N = f_{ave}$

$f_{ave} < p_{max1} \sim p_{maxn}$

40

【0058】

〔数式2〕

任意の周波数帯域 f_a 間の平均値算出式

任意の解析周波数帯域... $f_{a1} \sim f_{an}$

周波数帯域数... N_a

平均値... f_{ave}

ピーク周波数での音圧レベル... $p_{maxa1} \sim p_{maxan}$

$f_{a1} + f_{a1} + \dots + f_{an} / N_a = f_{ave1}$

$f_{ave1} < p_{maxa1} \sim p_{maxan}$

以降、周波数帯域 $f_a \sim f_n$ 各間の算出式は上記式と同じ。

50

【0059】

疑似ピーク周波数抽出部43は、CPU54が上記正ピーク周波数抽出部36から入力された各ピーク周波数を元に、非接触式音響入力装置26出力の音響スペクトルから、同じ各ピーク周波数の音圧レベルを抽出し、ピーク周波数偏差処理部44、コヒーレンス解析処理部37、データ格納部49、表示装置50などに出力する。非接触式音響入力装置26出力の音響スペクトルは、例えば図4に示すような音圧レベルに対する周波数特性曲線図である。図4の音響スペクトルは、図3の音響スペクトルに比較して監視対象設備3からの離間距離分音圧レベルが大きく、S/N比も大きく出力されている。

【0060】

コヒーレンス解析処理部37は、CPU54が正ピーク周波数抽出部36と疑似ピーク周波数抽出部43にて抽出した各ピーク周波数の音圧レベルについて干渉性を求めるもので、コヒーレンス解析手段により位相の相関の強さを全周波数帯域で求める。コヒーレンス解析処理部37は、相関があれば「1」、相関が無ければ「0」を出力する。相関有「1」は、接触式音響入力装置25出力の音響スペクトルから抽出したピーク周波数の音圧レベル値と非接触式音響入力装置26出力の音響スペクトルから抽出した上記ピーク周波数の音圧レベル値と相関があるとき、測定位置良否判定処理部45は非接触式音響入力装置26の現在位置を監視位置と判定する。この監視位置の情報は、監視対象設備3からの距離情報であり、データ格納部49に当該監視対象設備名と関連付けて記憶される。

【0061】

ピーク周波数偏差処理部44は、CPU54が正ピーク周波数抽出部36と疑似ピーク周波数抽出部43にて抽出した上記ピーク周波数での、各音圧レベルの偏差を全周波数帯域で求める。ピーク周波数偏差処理部44は、各音圧レベルの偏差が無く一致していれば「0」を出力し、接触式音響入力装置25が検出した監視対象設備3の運転音と同一と測定位置良否判定処理部45で判定する。また、各音圧レベルの偏差があれば「1」を出力し、接触式音響入力装置25が検出した監視対象設備3の運転音と非同一と測定位置良否判定処理部45は判定する。

【0062】

即ち、コヒーレンス解析処理部37が相関有りを出力し、ピーク周波数偏差処理部44が音圧レベルの偏差が無く一致していれば測定位置良否判定処理部45で、CPU54は接触式音響入力装置25が検出した監視対象設備3の運転音と同一と判定し、運転音の監視位置と判定する。これらの関係は、図8に示されているように、コヒーレンス解析処理部37の出力の音圧レベルに対する周波数特性曲線図における抽出されたピーク周波数の音圧レベル値が図8(a)に示す波形で、監視対象設備3の正常運転時の特徴音を示している。図8の波形は、例えば図6の波形において、平均値をクランプレベルとするクランプ回路で処理することにより出力することができる。

【0063】

ピーク周波数偏差処理部44の出力の音圧レベルに対する周波数特性曲線図において抽出されたピーク周波数の音圧レベル値は、図8(b)に示す波形とする。音圧レベル値が図8(b)に示す波形に非接触式音響入力装置26の監視対象設備3との間の距離差に相当する減衰分(点線値)を加算して補償した波形は、図8(c)波形であり、CPU54が図8(a)波形と図8(c)波形とは、一致していると判定する。即ち、図8(a)波形と図8(c)波形とが一致とは、非接触式音響入力装置26が監視対象設備3の運転時の特徴音を検出できたことを示している。監視対象設備3の特徴音を検出できた非接触式音響入力装置26の位置は、非接触式音響入力装置26により監視対象設備3の運転音を測定できる非接触式音響入力装置26の監視位置である。測定位置良否判定処理部45が、図8(a)波形と図8(c)波形と一致していると判定したとき、CPU54が距離計測装置47に現在の非接触式音響入力装置26の位置と監視対象設備3との距離を測定するための制御命令を出力し、距離計測装置47は距離情報を出力する。この距離情報は、非接触式音響入力装置26が監視対象設備3の運転音を監視できる監視位置情報である。即ち、コヒーレンス解析処理部37が相関有りを出力し、ピーク周波数偏差処理部44が図

10

20

30

40

50

8 (a) 波形と図 8 (c) 波形の音圧レベルが一致を出力したとき、測定位置良否判定処理部 45 は、非接触式音響入力装置 26 の監視位置情報を出力する。

【0064】

コヒーレンス解析処理部 37 が相関無しを出力し、ピーク周波数偏差処理部 44 が音圧レベルの偏差ありを出力し、不一致であれば測定位置良否判定処理部 45 は、CPU 54 の制御により接触式音響入力装置 25 が検出した監視対象設備 3 の運転音と異なる音と判定し、運転音の監視位置として不適であり、運転音の監視位置でないと判定する。これらの処理結果は、CPU 54 がデータ格納部 49 に記憶すると、同時に表示装置 50 に表示する。

【0065】

監視位置情報を求める手段として、コヒーレンス解析処理部 37 は、相関の有無、ピーク周波数偏差処理部 44 は音圧レベルの偏差の有無により求めた例について説明したが、相関の有無や偏差の有無は予め許容される範囲を求め、この範囲に入ったとき監視位置と定めることが望ましい。即ち、監視位置情報は、第 1 の音量出力値および第 2 の音量出力値の偏差又はコヒーレンス解析処理して求めた情報が予め定められた範囲になったときに監視対象設備から第 2 の感音センサまでの距離情報とすることが望ましい。

【0066】

上記実施形態では、コヒーレンス解析処理部 37 およびピーク周波数偏差処理部 44 の出力値から監視位置情報を求めたが、少なくとも一方でも監視位置情報を求めることができる。

【0067】

測定位置良否判定処理部 45 は、CPU 54 の制御により図 9 に示すようにコヒーレンス判定手段 45 a およびピーク周波数偏差判定手段 45 b を実行する。前者のコヒーレンス判定手段 45 a は、CPU 54 がコヒーレンス解析処理部 37 から接触式音響入力装置 25 のピーク周波数での音圧レベルと、このピーク周波数での非接触式音響入力装置 26 出力の音圧レベルとの位相の相関をとり、相関があるとき「1」を、無いとき「0」の結果を出力し、これを元に相関が「1」のとき非接触式音響入力装置 26 の位置を「監視位置」と判定し、相関が「0」のとき非接触式音響入力装置 26 の位置を「監視不適位置」と判定する。

【0068】

後者のピーク周波数偏差判定手段 45 b は、CPU 54 がピーク周波数偏差処理部 44 から接触式音響入力装置 25 のピーク周波数での音圧レベルと、このピーク周波数での非接触式音響入力装置 26 出力の音圧レベルとの距離補償した音圧レベルの差をとり、音圧レベル差が無しのとき「0」を出力し、接触式音響入力装置 25 出力の音圧レベルと非接触式音響入力装置 26 出力の音圧レベルとが同音で監視対象設備の運転音と評価し出力する。この判定結果について CPU 54 は、非接触式音響入力装置 26 の現在位置は、監視位置として適当と評価し、データ格納部 49 に記憶すると同時に表示装置 50 に表示する。

【0069】

また、音圧レベル差があるとき CPU 54 は、「1」を出力し、接触式音響入力装置 25 出力の音圧レベルと非接触式音響入力装置 26 出力の音圧レベルとが異音で監視対象設備 3 の運転音でない出力で例えば環境音と見なす判定をする。この判定結果について CPU 54 は、非接触式音響入力装置 26 の現在位置について、監視位置として不適当と評価し、この評価をデータ格納部 49 に記憶すると同時に表示装置 50 に表示する。この場合、監視者は、非接触式音響入力装置 26 の位置を移動させ、表示装置 50 の表示面に監視位置として適当との評価が表示される位置を選択することができ、非接触式音響入力装置 26 の位置を移動させて監視位置を選択する操作をこの明細書ではチュウニングと定義する。

【0070】

距離補償は、接触式音響入力装置 25 と非接触式音響入力装置 26 とが音源である監視対象設備 3 に対して離間距離差があり、その分各ピーク周波数での音圧レベル差が発生する

10

20

30

40

50

ため、その分、非接触式音響入力装置 26 出力波形について補償する。この補償分は、例えば図 8 (c) において点線で示されている。

【0071】

測定位置良否判定処理部 45 は、このようにして CPU 54 がコヒーレンス判定手段 45 a により相関があり「1」を出力して「監視位置」と判定し、ピーク周波数偏差判定手段 45 b により音圧レベル差が無く「0」を出力し、接触式音響入力装置 25 出力の音圧レベルと非接触式音響入力装置 26 出力の音圧レベルとが同音で監視対象設備の運転音と評価したとき、監視位置情報を出力し、データ格納部 49 に記憶すると同時に表示装置 50 に表示する。測定位置良否判定処理部 45 は、CPU 54 がその他の評価をしたとき、監視不適を出力し、データ格納部 49 に記憶すると同時に表示装置 50 に表示する。

10

【0072】

その他の評価とは、CPU 54 がコヒーレンス判定手段 45 a により相関が「0」を出力し、ピーク周波数偏差判定手段 45 b により音圧レベル差が「1」を出力したとき、同様に相関が「0」を出力し、音圧レベル差が「0」を出力したとき、相関が「1」を出力し、音圧レベル差が「1」を出力したときなどである。

【0073】

即ち、ピーク周波数偏差処理部 44 の結果を元に判定するピーク周波数偏差判定手段 45 b にて数式 4 により判定するものである。コヒーレンス判定手段 45 a では、コヒーレンス解析処理部 37 により算出したコヒーレンス結果を元に数式 3 により各ピーク周波数の相関関係を判断して、測定可否の判定を行う。

20

ピーク周波数偏差判定手段 45 b では、ピーク周波数偏差処理部 44 により算出したピーク周波数の偏差を元に数式 4 により各ピーク周波数の偏差関係を判断して、非接触式音響入力装置 26 の監視位置良否の判定を行う。測定位置良否判定処理部 45 は、非接触式音響入力装置 26 の監視位置を出力する。

【0074】

[数式 3]

ピーク周波数のコヒーレンス関数 $\cdots c_{pmax1} \sim c_{pmaxn}$

$0 < c_{pmax1} \sim c_{pmaxn} \leq 1$

【0075】

[数式 4]

接触式と非接触式のピーク周波数偏差での音圧レベルの偏差 $\cdots \Delta p_{max1} \sim \Delta p_{maxn}$

30

接触式ピーク周波数での音圧レベル $\cdots p_{max1} \sim p_{maxn}$

$0 \leq \Delta p_{max1} \sim \Delta p_{maxn} < p_{max1} \sim p_{maxn}$

【0076】

測定位置良否判定処理部 45 は、コヒーレンス解析処理部 37 によるコヒーレンス解析結果あるいはピーク周波数偏差によるピーク周波数偏差結果についてしきい値を設定して測定位置の良否を判定する。測定位置良否判定処理部 45 について、コヒーレンス判定手段 45 a、ピーク周波数偏差判定手段 45 b のアンド演算した例について説明したが、接触式音響入力装置 25、非接触式音響入力装置 26 により S/N 比の良い検出ができる場合、コヒーレンス判定手段 45 a、又はピーク周波数偏差判定手段 45 b の何れか一方の手段でもよい。

40

【0077】

表示装置 50 は、A/D 変換処理部 34、41 のデジタル化された音響信号と、周波数解析処理部 35、42 出力の音響スペクトルと、正ピーク周波数抽出部 36 で抽出したピーク周波数と、疑似ピーク周波数抽出部 43 のピーク周波数の音圧レベルと、コヒーレンス解析処理部 37 のコヒーレンス結果と、ピーク周波数偏差処理部 44 の算出結果と、測定位置良否判定処理部 45 の測定可否結果とその際の距離計測装置 47 により計測された距離と、入力装置 51 から入力された監視対象設備名、監視対象設備場所と測定年月日時などを表示するものである。

50

【0078】

即ち、表示装置50は監視する際に入力した情報を表示する入力情報表示と、しきい値設定表示と、データ格納部49からデータを検索するために入力した条件の表示と、検索された結果のデータ表示と、測定位置良否判定処理部45出力の測定結果の表示と、判定処理部62の判定結果の表示と、データ格納部49に格納されたデータベースの内容表示機能を有している。上記しきい値設定表示は、測定位置良否判定処理部45に用いるコヒーレンス解析結果あるいはピーク周波数偏差結果にしきい値を設定する項目と正常音（又は異常音）正否判定に用いるピーク周波数比較結果のしきい値を入力する項目を表示し、コヒーレンス解析結果あるいはピーク周波数比較結果のしきい値を入力する項目を表示する。データ検索条件表示は、監視対象設備名と監視年月日時を入力する項目を表示し、データ検索結果表示は監視対象設備名と監視年月日時と測定可能距離などを表示する。

10

【0079】

測定結果表示には、A/D変換処理部により変換されたデジタル信号を時系列に表示する時系列表示と、複数の測定結果を重ねて表示する時系列経過表示と、周波数解析処理部により処理された結果を表示する周波数解析表示と、複数の測定結果を重ねて表示する周波数解析経過表示と、正ピーク周波数抽出処理部および疑似ピーク周波数抽出処理部により処理された結果を表示するピーク周波数表示と、コヒーレンス解析処理部により処理された結果を表示するコヒーレンス解析表示などがある。判定結果表示は距離判定処理部の結果を表示する測定可否表示と正常音正否判定処理部の結果を表示する正常音可否表示と、データベース表示はデータ格納部に格納されているデータを表示装置に表示させる。

20

【0080】

データ格納部49は、監視対象設備3から接触式音響入力装置25および非接触式音響入力装置26までの距離を監視者が測定し、この測定距離を監視者が入力装置51から入力し、入力された距離情報と、入力装置51により入力された監視対象設備名および測定日時と、A/D変換処理部34、41でデジタル化された音響信号と、周波数解析処理部35、42の音響スペクトルと、正ピーク周波数抽出部36のピーク周波数と、疑似ピーク周波数抽出部43のピーク周波数と、ピーク周波数偏差処理部44の算出結果と、測定位置良否判定処理部45の測定可否結果などをそれぞれ関連付けて格納する。

【0081】

このようにして測定位置良否判定処理部45出力の監視は、監視対象設備3の運転時の特徴音を非接触式音響入力装置26が監視する監視位置を求めることができる。この非接触式音響入力装置26で監視対象設備3の特徴音を測定できる監視対象設備3と非接触式音響入力装置26間の距離は、非接触式音響入力装置26の監視位置を示している。

30

【0082】

次に、監視対象設備3の運転音を非接触式音響入力装置26で監視することにより、監視対象設備3の異常の有無などの診断をする設備の運転状態音響監視装置21の実施形態を図10および図11を参照して説明する。図1乃至図9と同一部分には、同一符号を付与して説明し、その詳細な説明は重複するので省略する。この実施形態は、非接触式音響入力装置26のみにより接触式音響入力装置25により監視したのと同等の性能で監視対象設備3の運転音を監視するもので、上記監視用データ収集装置20により出力された監視位置に非接触式音響入力装置26を設置して監視対象設備3の運転音を監視する例である。接触式音響入力装置25により監視したのと同等とは、非接触式音響入力装置26による監視信号のS/N比が劣化するが、雑音に影響されず安定した監視をすることができることである。安定した監視は、接触式音響入力装置25により監視した信号からピーク周波数を抽出し、このピーク周波数を基準として非接触式音響入力装置26による監視信号の音圧レベルを監視信号とすることにより達成される。

40

【0083】

このような設備の運転状態音響監視装置21は、非接触式音響入力装置26と、距離計測装置47と、入力装置51と、パソコン52と、表示装置50とからなる。パソコン52は、例えばA/D変換処理部34、周波数解析処理部35、疑似ピーク周波数抽出部43

50

、ピーク周波数補正処理部 6 1、判定処理部 6 2、データ格納部 4 9、A/D 変換処理部 4 8、距離比較処理部 6 5、検索処理部 6 6、メモリ 5 3、CPU 5 4などを備えている。

【0084】

非接触式音響入力装置 2 6 は、監視対象設備 3 が運転することにより発生する運転音を検出して電気信号を出力するもので、例えばマイクロホン等である。このマイクロホンの設置位置は、上記監視用データ収集装置 2 0 により出力されデータ格納部 4 9 に記憶された監視位置又は、設備の運転状態音響監視装置 2 1 により表示装置 5 0 の表示面を監視しながら非接触式音響入力装置 2 6 の設置位置を移動させ、上記監視位置にチューニングさせた位置である。即ち、データ格納部 4 9 から読み出した監視位置への非接触式音響入力装置 2 6 の設置は、データ格納部 4 9 から読み出した監視位置を距離計測装置 4 7 により監視対象設備 3 からの距離を測定して求め、監視位置に設置することができる。この結果、プラントの監視者は、設備の運転状態音響監視装置 2 1 を携帯しながら多数の設備を順次パトロールし、各監視対象設備 3 位置で該当する監視位置をデータ格納部 4 9 から読み出し、この監視位置に非接触式音響入力装置 2 6 を設置して監視対象設備 3 の運転状態を運転音から監視することができる。

10

【0085】

A/D 変換処理部 3 4 は、監視対象設備 3 の運転音を非接触式音響入力装置 2 6 により検出したアナログの音響信号をデジタル形式に変換して、周波数解析処理部 3 5 に出力する。周波数解析処理部 3 5 は、A/D 変換処理部 3 4 によりデジタル化された音響信号を高

20

【0086】

疑似ピーク周波数抽出部 4 3 は、当該監視対象設備 3 の上記ピーク周波数データをデータ格納部 4 9 から読み出し、読み出した上記ピーク周波数の非接触式音響入力装置 2 6 出力波形での音圧レベルをデータ格納部 4 9 に記憶し、表示装置 5 0 に表示すると、同時にピーク周波数補正処理部 6 1 に出力する。疑似ピーク周波数抽出部 4 3 出力波形は、図 8 (b) に示すような波形である。ピーク周波数補正処理部 6 1 は、図 8 (b) に示すような波形に監視対象設備 3 と非接触音響入力装置 2 6 までの距離に相当する減衰分の点線を加算した図 8 (c) に示すような波形を出力し、この出力波形とデータ格納部 4 9 に記憶されている当該監視対象設備 3 の接触式音響入力装置 2 5 出力系の正ピーク周波数抽出部 3 6 出力値の図 8 (a) に示すような波形から求めた音圧レベル値との偏差をとる。図 8 (a) と (c) の偏差の結果、偏差が無ければピーク周波数補正処理部 6 1 は、図 8 (c) に示すような波形を出力する。偏差の結果、偏差があればピーク周波数補正処理部 6 1 は、非接触式音響入力装置 2 6 の位置を偏差が無くなるように移動させて位置調整し、監視位置を求める。

30

【0087】

判定処理部 6 2 は、ピーク周波数補正処理部 6 1 からの図 8 (c) に示すような波形とデータ格納部 4 9 に記憶されている当該監視対象設備 3 の正常時 (又は異常時) の波形と比較し、一致すれば正常運転状態であることを確認する (異常時と一致すれば異常状態を出力する)。このように判定処理部 6 2 は、非接触式音響入力装置 2 6 が検出したピーク周波数の音圧レベルと、データ格納部 4 9 から読み出された上記ピーク周波数の音圧レベルとの相関の強さを判定する。即ち、判定処理部 6 2 は、正常音 (又は異常音) との相違有無を判断して正常運転状態か、異常運転状態かを判定する。

40

【0088】

判定処理部 6 2 は、ピーク周波数補正処理部 6 1 により離間距離分を補正したピーク周波数の音圧レベルとデータ格納部 4 9 から読み出した当該監視対象設備 3 のピーク周波数の音圧レベルと相関をとったときの偏差によるピーク周波数偏差結果についてしきい値を設定して正常音 (又は異常音) の正否判定することができる。上記しきい値は、表示装置 5 0 の表示面においてしきい値を設定できる機能を有する

50

【0089】

距離計測装置47は、例えばレーザ測距装置であり、非接触式音響入力装置26に装着されており、監視対象設備3の監視対象部から非接触式音響入力装置26までの距離を計測し、距離情報を出力する。この距離情報は、A/D変換処理部48でデジタル信号に変換されて、距離比較処理部65に入力されると、同時にデータ格納部49に入力され、記憶される。

【0090】

検索処理部66は、当該監視対象設備3の監視位置データをデータ格納部49から検索して読出し、距離比較処理部65に出力する。距離比較処理部65は、距離計測装置47により計測した距離情報とデータ格納部49から読出した監視位置データと比較し、一致したとき、非接触式音響入力装置26の現在位置が監視位置と認識して監視位置であることを判定処理部62に出力する。判定処理部62は、非接触式音響入力装置26の現在位置が監視位置であることを表示装置50の表示面に表示する。入力装置51は、例えばキーボードであり、監視対象設備名と測定日時を入力するとともに、データ格納部49に入力し、記憶する。

10

【0091】

検索処理部66は、入力装置51から入力された監視対象設備名に関連付けてデータ格納部49に格納されている過去のデータの中から、同一監視対象設備3の測定可能距離（監視位置データ）、接触式音響入力装置25による検出力波形の正ピーク周波数処理結果、ピーク周波数偏差処理結果などを検索するものである。過去のデータには、監視用データ収集装置20により出力された各種データや設備の運転状態音響監視装置21により出力されたデータなどである。

20

【0092】

距離比較処理部65は、検索処理部66で監視対象設備名を入力することによりデータ格納部49から当該監視対象設備名関連データを検索し抽出した監視位置データと、監視対象設備3および現在の非接触式音響入力装置26間の距離を距離計測装置47により計測し、入力された距離データを元に距離の偏差（数式5）を求める。非接触式音響入力装置26の監視位置は、この偏差値が「0」になるように非接触式音響入力装置26の位置を移動させ、位置調整するものである。上記偏差値が「0」になったときの判定は、判定処理部62により行われ、表示装置50に表示される。監視者は、表示装置50の表示画面を見ながら非接触式音響入力装置26を最適位置に設置することができる。

30

【0093】

[数式5]

距離計測装置47で収集した非接触音響入力装置26の現在位置データ・・・・・・・・・・

・ K_1

データ格納部49から読み出した非接触式音響入力装置26の測定位置・・・・・・・・・・

・ K

距離偏差・・・・・・・・・・・・・・・・・・ ΔK

$$K - K_1 = \Delta K$$

【0094】

ΔK が「0」になるように非接触式音響入力装置26の測定位置を移動させる。この結果、 ΔK が「0」になったとき、非接触式音響入力装置26は、接触式音響入力装置25による監視と実質的に同一監視状態となる。このようにして、非接触式音響入力装置26の監視位置への位置決めは、終了する。

40

【0095】

判定処理部62は、CPU54が非接触式音響入力装置26の設置位置を監視位置との判定結果を出力したとき、周波数解析処理部35により算出した音響スペクトルを元に、検索処理部66がデータ格納部49から監視対象設備名を入力装置51から入力することにより検索し、抽出した過去の正ピーク周波数処理結果と同じピーク周波数を抽出する。疑似ピーク周波数抽出部43は、周波数解析処理部35出力の音響スペクトルから上記抽出

50

したピーク周波数に相当する音圧レベル値 $p_{max_1} \sim p_{max_n}$ をピーク周波数補正処理部 61 に出力する。

【0096】

ピーク周波数補正処理部 61 は、上記抽出したピーク周波数に相当する音圧レベル値 $p_{max_1} \sim p_{max_n}$ に非接触式音響入力装置 26 と接触式音響入力装置 25 との間の距離に相当する音圧レベルの減衰分を加算して、実質的に接触式音響入力装置 25 による監視感度に調整する。

【0097】

即ち、ピーク周波数補正処理部 61 は、この抽出したピーク周波数に、検索処理部 66 でデータ格納部 49 から検索して抽出したピーク周波数偏差処理結果を加算して（数式 6）
、疑似接触ピーク周波数の音圧レベルを求めるものである。 10

【0098】

〔数式 6〕

検索処理部 66 によりデータ格納部 49 から検索して抽出したピーク周波数偏差処理結果
..... $\Delta p_{max_1} \sim \Delta p_{max_n}$

今回非接触式音響入力装置 26 が検出したピーク周波数での音圧レベル.....
 $d p_{max_1} \sim d p_{max_n}$

偏差を加算した疑似接触ピーク周波数..... $a p_{max_1} \sim a p_{max_n}$

とすると

$d p_{max_1} + \Delta p_{max_1} \sim d p_{max_n} + \Delta p_{max_n} = a p_{max_1} \sim a p_{max_n}$ 20

【0099】

判定処理部 62 は、図 11 に示すように距離比較処理部 65 の結果を元に測定した距離の監視位置としての可否の判定を行う距離判定手段 62 a と、ピーク周波数補正処理部 61 出力を元に監視対象設備 3 の異常音の有無を設備運転状態診断手段 62 b により判定する。

【0100】

距離判定手段 62 a は、距離比較処理部 65 の結果を元に測定可能な距離を数式 7 により判定する。

〔数式 7〕

距離偏差..... ΔK

$\Delta K = 0$

【0101】

設備運転状態診断手段 62 b は、CPU 54 がピーク周波数補正処理部 61 により算出された疑似接触式ピーク周波数での音圧レベルと、検索処理部 66 によりデータ格納部 49 から抽出された正ピーク周波数の音圧レベルと比較して、ピーク周波数の音圧レベルの差異を判定し、異常音の有無を判定させる。判定処理部 62 は、CPU 54 が音圧レベルの差があれば、異常運転の可能性有り、音圧レベルの差が無ければ正常運転中を出力し、この結果を監視対象設備名、監視年月日時に関連付けてデータ格納部 49 に格納すると、同時に表示装置 50 に表示する。 40

【0102】

表示装置 50 は、A/D 変換処理部 34 によりデジタル処理された音響信号と、周波数解析処理部 35 により演算処理された音響スペクトルと、疑似ピーク周波数抽出部 43 のピーク周波数と、ピーク周波数補正処理部 61 のピーク周波数と、データ格納部 49 より抽出した過去の非接触式音響入力装置 26 の監視位置情報と正ピーク周波数処理結果とピーク周波数偏差処理結果と、入力装置 51 により入力した監視対象設備名と測定日時と、距離判定手段 65 a の監視位置可否結果と、設備運転状態診断手段 62 b の結果などを表示するものである。

【0103】

データ格納部 49 は、A/D 変換処理部 34 によりデジタル処理された音響信号と、周波 50

数解析処理部 35 により演算処理された音響スペクトルと、疑似ピーク周波数抽出部 43 のピーク周波数と、距離計測装置 47 により入力した監視位置情報と、入力装置 51 により入力した監視対象設備名と測定年月日時と、ピーク周波数補正処理部 61 の結果を格納するものである。

【0104】

次に、この設備の運転状態音響監視装置 21 による監視対象設備 3 の運転状態監視方法を、図 12 のフローチャートを参照して説明する。図 1 乃至図 11 と同一部分には同一符号を付与して説明し、その詳細な説明は省略する。監視者は、監視対象設備 3 が並ぶ例えば発電プラントを、図 10 に示す設備の運転状態音響監視装置 21 を携帯して巡廻する (F-1)。このとき監視者は、非接触式音響入力装置 26 を監視位置へ設置するための位置決めモードに設備の運転状態音響監視装置 21 を設定する (F-2)。予め定められた監視位置に到達したとき監視者は、非接触式音響入力装置 26 を監視対象設備 3 の予想監視位置に設置し、位置調整する (F-3)。監視者は、表示装置 50 の表示画面を見ながら予め定められた監視位置に移動できたとき、表示画面には監視最適位置として表示される (F-4)。

10

【0105】

次に、監視者は、設備の運転状態音響監視装置 21 を監視対象設備 3 の運転状態監視モードに切替える (F-5)。非接触式音響入力装置 26 により検出された監視対象設備 3 の運転音 (F-6) は、A/D 変換処理部 34 によりデジタル信号に変換され、このデジタル信号は、周波数解析処理部 35 にてフーリエ変換されて音圧レベルに対する周波数特性曲線図の音響スペクトルが疑似ピーク周波数抽出部 43 に入力される (F-7)。

20

【0106】

疑似ピーク周波数抽出部 43 は、データ格納部 49 から接触式音響入力装置 25 出力の音響スペクトルから抽出された正のピーク周波数情報を読み出し、この正のピーク周波数に相当する周波数解析処理部 35 出力の音響スペクトルの音圧レベルを抽出して疑似ピーク周波数の音圧レベル情報としてピーク周波数補正処理部 61 に出力する (F-8)。

【0107】

ピーク周波数補正処理部 61 は、接触式音響入力装置 25 に比較して非接触式音響入力装置 26 が音源である監視対象設備 3 から遠方に位置するため、疑似ピーク周波数の音圧レベルに、その離間距離による減衰分を加算して、補正し判定処理部 62 に出力する (F-9)。判定処理部 62 は、データ格納部 49 に格納されている当該監視対象設備 3 の正常運転時のピーク周波数に対する音圧レベル値を読み出し (F-10)、この音圧レベルと、上記疑似ピーク周波数の音圧レベルに減衰分を加算した音量レベルとを比較し (F-11)、一致していれば正常運転中と判定して表示装置 50 に表示し (F-12)、不一致であれば異常運転の可能性のある情報をデータ格納部 49 に記憶すると、同時に表示装置 50 に表示する (F-13)。異常時の表示は、赤色表示することが望ましい。このようにして監視対象設備の運転状態を監視することができる (F-14)。

30

【0108】

以上説明したように上記実施形態によれば、監視対象設備に直接又は近接して設けた感音センサの出力から求めたピーク周波数を基準として監視対象設備の監視をするので、監視位置や周囲雑音に比較して S/N 比の大きな信号で第 2 の感音センサの監視位置の設定や監視対象設備の監視をすることができる。この結果、監視対象設備の正常音と異常音の有無について高精度で監視できるとともに自動的に判定することができる。

40

【0109】

さらに、マイクロホン等第 2 の感音センサによる音響データ収集の際の課題であった監視対象設備の運転音とそれ以外周囲からのノイズとの判別方法を、接触状態で収集したデータと非接触状態で収集したデータとの関係の特徴化するので、環境音等のノイズをできるだけ受けない監視位置で測定できる。さらにまた、その際に収集したデータをデータ格納部に記憶して登録することにより、データ格納部から読み出すことにより、常に、監視者が変わっても定められた監視位置で監視対象設備の運転状態を監視することができる。

50

【0110】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、監視対象設備からの運転音を正確に収集でき、他の周囲設備からの運転音などの雑音と正確に区別して監視することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明設備の運転状態音響監視方法の一実施形態を説明するためのフローチャートである。

【図2】図1の監視用データ収集工程を具体的に説明するための回路構成図である。

【図3】図2の正ピーク周波数抽出手段を具体的に説明するための音圧レベルに対する周波数特性曲線図である。

10

【図4】図2の非接触式音響入力装置出力をデジタル信号に変換し周波数解析した出力信号音圧レベルに対する周波数特性曲線図である。

【図5】図2の正ピーク周波数抽出処理部を具体的に説明するための回路構成図である。

【図6】図3の全周波数帯域での音圧レベルの平均値より高い音圧レベルのピーク値を説明するための特性曲線図である。

【図7】図3の特定周波数帯域毎での音圧レベルの平均値より高い音圧レベルのピーク値を説明するための特性曲線図である。

【図8】図2の非接触式音響入力装置の監視位置情報を求める方法を説明するための音圧レベルに対する周波数の関係を説明するためのピーク波形図である。

20

【図9】図2の測定位置良否判定処理部の判定方法を説明するための構成図である。

【図10】図1の音響監視工程を説明するための音響監視装置の構成図である。

【図11】図10の判定処理部を説明するための構成図である。

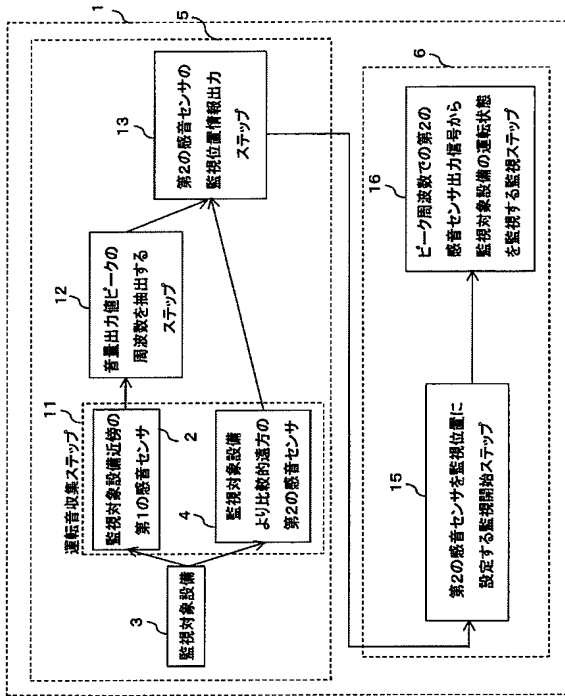
【図12】図10の音響監視装置により監視対象設備を音響監視する方法を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

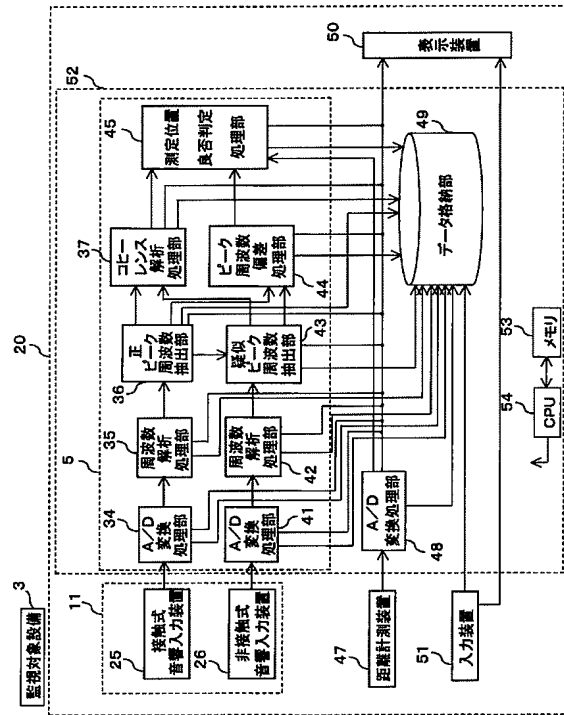
1…設備の運転状態監視方法、2…第1の感音センサ、3…監視対象設備、4…第2の感音センサ、5…監視用データ収集工程、6…監視工程、11…運転音収集ステップ、12…ピーク周波数抽出ステップ、13…監視位置情報出力ステップ、15…監視開始ステップ、16…監視ステップ、20…監視用データ収集装置、21…設備の運転状態音響監視装置、25…接触式音響入力装置、26…非接触式音響入力装置、34, 41, 48…A/D変換処理部、35…周波数解析処理部、36…正ピーク周波数抽出部、37…コヒーレンス解析処理部、42…周波数解析処理部、43…疑似ピーク周波数抽出部、44…ピーク周波数偏差処理部、45…測定位置良否判定処理部、47…距離計測装置、49…データ格納部、50…表示装置、51…入力装置、52…パソコン、61…ピーク周波数補正処理部、62…判定処理部、65…距離比較処理部、66…検索処理部。

30

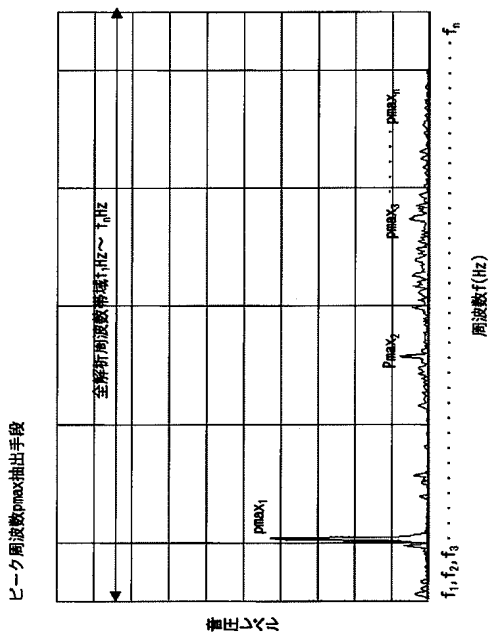
【 図 1 】



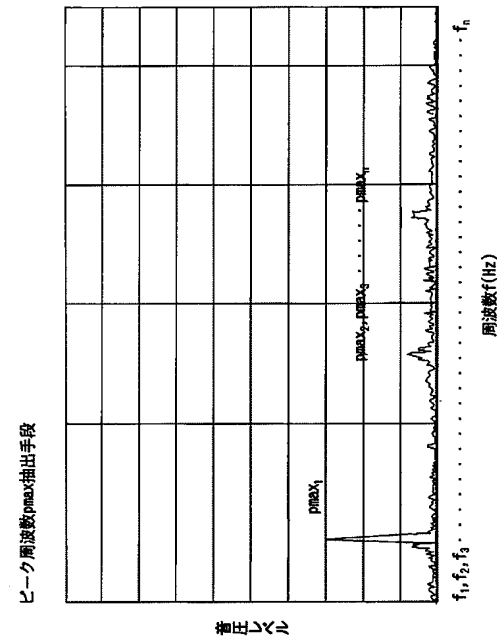
【图 2】



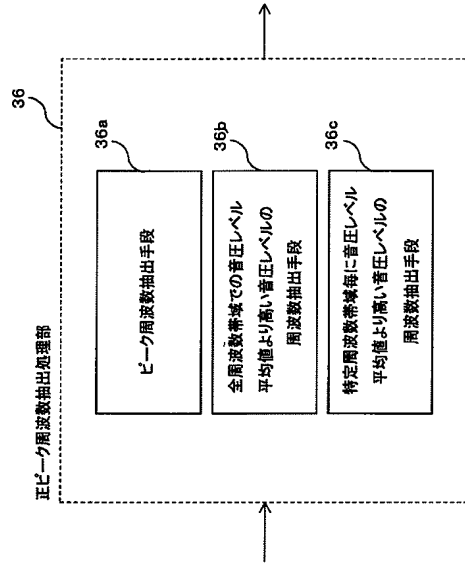
【 図 3 】



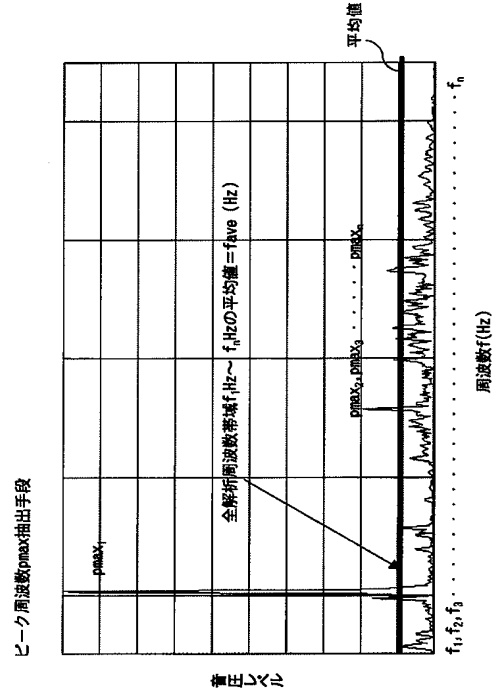
【図 4】



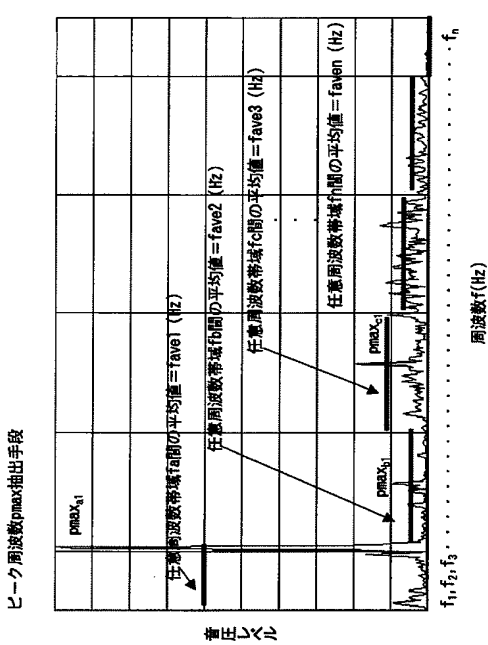
【図 5】



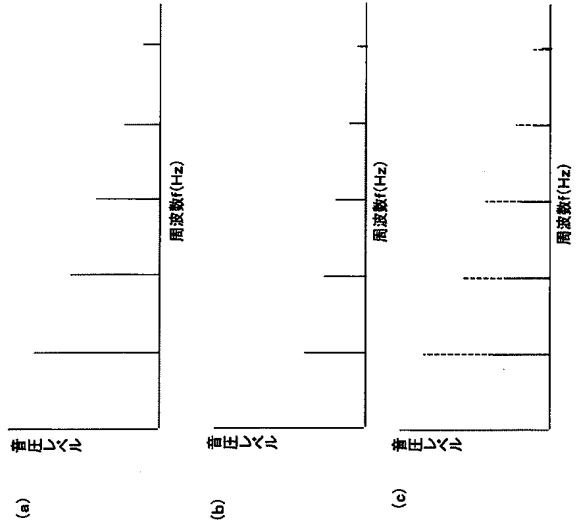
【图 6】



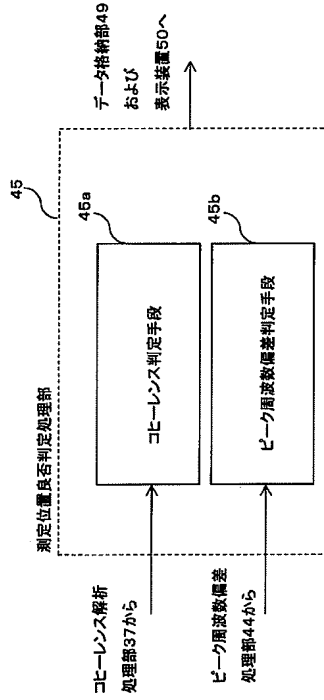
【図 7】



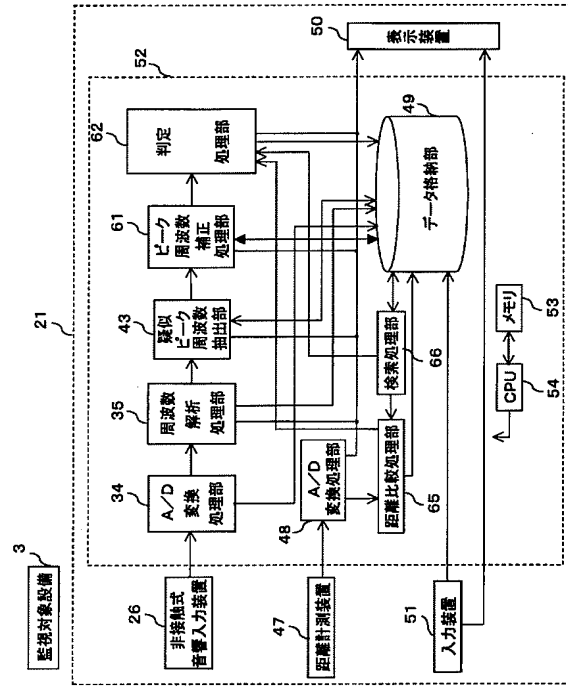
【图 8】



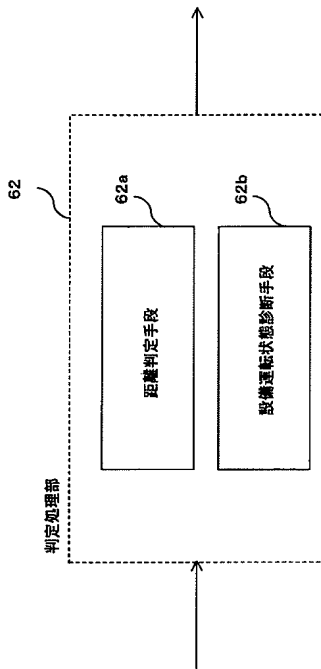
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

